

RAPPORT DE SYNTHESE

OPERATION ELE 105

Pôle Elevage La Réunion

MODELISATION DES SYSTEMES

D'EXPLOITATION LAITIERE A LA REUNION

Juin 2000-Septembre 2004

Par

Véronique ALARY

Avec la collaboration de la SICA LAIT



CIRAD-EMVT
Département d'Elevage et de Médecine Vétérinaire
TA 30 / A
Campus International de Baillarguet
34398 Montpellier Cedex 5 – FRANCE



Remerciements

Ce travail de recherche n'aurait jamais pu prendre place sans la confiance et le temps que nous ont accordés les éleveurs laitiers. Qu'ils en soient ici tous les premiers remerciés et plus particulièrement Mr Jean René Reboul, Mr Yanik Marianne, Mr Etienne Vitry, Mr Jean François Hoareau, Mr Thierry Caroupin, Mr Barret Johnny, Mr Joel Begue et Mr Joseph Morel.

L'étude a été conduite en étroite collaboration avec les acteurs travaillant au développement de la filière laitière à La Réunion. Yves Evenat, Directeur de la SICA Lait, nous a fait confiance lors de l'initiation de l'étude et nous a soutenus par ses conseils tout au long des étapes. Son exigence et sa rigueur ont été particulièrement motrices à la fois de la recherche mais aussi du partenariat recherche-développement qui d'entrée s'est mis en place. Dans le suivi de l'étude, Charles-Emile Bigot, Jacques Lepetit et Jean-Yves Quinquis, techniciens de la SICA lait, ont mis au profit de la recherche les connaissances des systèmes et des éleveurs qu'ils détiennent. Ils sont complètement associés au fruit de ce travail. Qu'ils soient ici particulièrement remerciés pour la disponibilité et la patience dont ils ont fait preuve.

Le travail a bénéficié aussi de la collaboration et de la confiance des différentes institutions, qui accompagnent le développement de l'élevage à La Réunion, en particulier l'Union des Associations Pastorales Foncières, l'Etablissement Département de l'Elevage, les Centres de gestion. Nos remerciements s'adressent plus particulièrement à Gildas Fertil de l'URCOOPA, Patrick Thomas et Vladimir Barbet-Massin de l'U-AFP, Eric Dourméziel du CERFA et Gérard Boissonnade de l'EDE pour l'intérêt soutenu dont ils ont témoigné tout au long de l'étude.

Enfin tout le long des étapes, sont intervenus des chercheurs qui nous ont appuyés depuis la construction des questions lors des conseils scientifiques jusqu'à l'élaboration finale des modèles. Les contributions ont été nombreuses : K. Elouhichi, E. Tillard, S. Messad, P. Grimaud, Ph. Lecomte, M. Gousseff, B. Faye, H. Guerin, Ph. Lhoste, X. Juanes (Cirad), J.-B. Coulomb, J.M. Boussard, Ph. Hassoun, J. Bony, J.-P. Choisis, (Inra), M. Boussemart (Université de Lille 3), S. Blancard (Université de La Réunion) et Maria Blanco (Université de Madrid). Ils nous ont apportés leur appui de gestion, leur travail, leurs compétences, leurs conseils et leurs critiques et par la même nous ont encouragés. Les stagiaires d'école, C. Taché (ISTOM), E. Nataf (INA-Grignon), L. Houareau (Université de La Réunion), ont contribué aux multiples enquêtes de terrain. Najib a développé l'interface depuis la Tunisie. Qu'ils soient tous ici remerciés.

Plan

	Pages
Avant-propos.....	1
 I . Introduction : Problématique de recherche et de développement	 3
I.1. Quelques faits marquants du développement laitier à La Réunion	3
I.2. Des questions pour la recherche et le développement.....	4
 II . Approche de la diversité des systèmes d'exploitation laitiers à La Réunion ...	 7
II.1. Approche méthodologique de la diversité	7
II.1.1. L'échantillonnage : une approche raisonnée	7
II.1.2. Système d'enquêtes.....	10
II.1.3. Méthode typologique	13
II.2. Analyse de la diversité des systèmes d'exploitations laitières.....	20
II.2.1. Description des types d'exploitations	21
II.2.2. Analyse comparée des types d'exploitation.....	24
II.3. Analyse économique et financière des différents systèmes d'exploitation.....	28
II.3.1. Etude de la structure des charges d'élevage	28
II.3.2. Etude de la rentabilité comparée et de la viabilité économique.....	32
II.3.3. Solidité de l'exploitation et solvabilité	33
II.3.4. En résumé	35
II.4. Approche spatiale et temporelle de l'évolution des exploitations - Quelques éléments méthodologiques	 37
II.4.1. Problématique de l'étude des trajectoires à l'échelle de l'île	37
II.4.2. Extension de la classification à l'échelle régionale	38
II.4.3. Approche de la solidité des types d'exploitation identifiés en 2000 ...	42
II.4.4. Approche de la trajectoire des exploitations entre 1999 et 2002	46
 III. Construction d'un outil d'aide à la décision.....	 51
III.1. Choix de l'approche de modélisation	51
III.2. Description globale du modèle : Hypothèses et Structure.....	53
III.2.1. Un peu d'histoire	53
III.2.2. Principes des modèles de programmation linéaire	54
III.2.3. Structure du modèle laitier réunionnais.....	57
III.3. Approche du système bio-technique.....	66
III.3.1. Facteur terre : contraintes d'occupation du sol.....	66
III.3.2. Dynamique du troupeau	69
III.3.3. Contraintes d'alimentation	73
III.3.4. Facteur travail : contraintes de main-d'œuvre.....	77
III.3.5. Facteur capital : contraintes de traction mécanique	78
III.3.6. Contraintes relatives à l'élevage : bâtiments	79
III.4. Approche du système socio-économique et financier	79
III.4.1. Contraintes liées aux emprunts.....	79
III.4.2. Contraintes de trésorerie.....	83
III.4.3. Contraintes réglementaires liées au système d'aides.....	84

IV. Résultats du modèle : Situation de référence et exemples de simulations	89
IV.1. Définition de la situation de référence.....	89
IV.1.1. Comparaison des résultats simulés et résultats observés	89
IV.1.2. Définition de la situation de référence	92
IV.2. Exemples de simulations	95
IV.2.1. Impacts des mesures d'encouragement à l'élevage des génisses	95
IV.2.2. Sensibilité différenciée des éleveurs à un changement du système de prix du lait.....	97
IV.2.3. Mise en place de contraintes environnementales	100
 V. Utilisation : Interface AMSTEL (Aide à la Modélisation et Simulation Technique et Economique des Exploitations Laitières à La Réunion)	 115
V.1. Conception de l'interface AMSTEL	118
V.2. Menu principal.....	118
V.2.1. Présentation générale	118
V.2.2. Sélection de l'exploitation.....	118
V.2.3. Concevoir un scénario	119
V.2.4. Exécuter un scénario.....	121
V.2.5. Lire les résultats.....	121
V.2.6. Graphiques.....	122
V.2.7. Aides	122
 VI. Documents produits	 123
 Références	 127
 Annexes.....	 133
Annexe A. Critères d'échantillonnage par type « Clé typologique »	
Annexe B. Critères d'échantillonnage pour l'étude des trajectoires « Clé typologique finale »	
Annexe C. Quelques hypothèses pour le développement du modèle régional	
Annexe D. Paramètres du modèle	
Annexe E. Définition de quelques variables du modèle	
Annexe F. Résultats de la validation du modèle	
Annexe G. Les aides publiques à l'élevage bovin laitier à La Réunion - Abréviations	

Avant-propos

Ce rapport est la synthèse des principaux résultats de recherche obtenus dans le cadre de l'Opération ELE105 conduite de 2000 à 2004, au Cirad Réunion - Pôle Elevage sur « La modélisation des systèmes d'élevage laitiers à La Réunion ». Il s'agit essentiellement d'un travail de synthèse à destination de la coopérative laitière, la SICA Lait, visant à restituer à celle-ci les connaissances accumulées au cours de la recherche sur l'économie des élevages laitiers.

Le deuxième objectif poursuivi par ce rapport est de fournir à la coopérative un outil d'aide à la décision. Pour cela on se propose de décrire à la fois la façon dont ont été représentés les modes de fonctionnement des exploitations dans le modèle et d'explicitier l'ensemble des hypothèses qui doivent participer à la lecture et l'analyse des résultats de simulation. Un des enjeux poursuivis est de fournir les clés pour l'interprétation des résultats de simulation dans le cadre d'analyses prospectives.

Il faut rappeler qu'il s'agit bien ici d'un modèle prospectif de représentation de l'évolution du fonctionnement technique et économique des différents types d'exploitation à destination de la coopérative en vue de discuter ses propositions ou mesures de développement de l'élevage, qu'il s'agisse de politiques d'aide ou encore de propositions techniques. Il ne s'agit pas à ce stade d'un outil de conseil pour une exploitation donnée.

En outre, un modèle n'est jamais fini et il peut toujours être amélioré en vue d'incorporer de nouveaux éléments tels que la prise en compte des normes environnementales. D'ailleurs, il peut s'agir d'améliorations apportées par la recherche pour perfectionner l'approche des comportements des producteurs comme d'améliorations à concevoir, lorsqu'elles sont induites par les changements de l'environnement à la fois technique (innovation technologique), institutionnel (changement radical des aides) ou encore social (attentes sociétales nouvelles). Certains changements de l'environnement sont si radicaux qu'ils peuvent questionner la validité du modèle. Dans le contexte actuel particulièrement changeant, il est important de rappeler que tout modèle est un outil intermédiaire établi à un moment donné pour permettre d'approcher un ensemble de questions de développement mais qu'il a une durée de vie limitée qui va dépendre de la stabilité du milieu.

C'est bien pourquoi la démarche relatée ici se poursuit activement au pôle élevage. Ce projet initial a engendré d'autres questions et travaux complémentaires allant de la modélisation des pratiques décisionnelles, à l'approche régionale de la filière en passant par la représentation des flux environnementaux dans les exploitations.

INTRODUCTION : PROBLEMATIQUE DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT

I.1. Quelques faits marquants du développement laitier à la Réunion

L'élevage laitier à La Réunion a connu une remarquable croissance de son potentiel depuis les années 60 pour atteindre une production de près de 20 millions de litres de lait en 2000. Cette croissance est liée à la fois à des facteurs institutionnels et organisationnels (création de la coopérative en 1964, création d'une unité de transformation en 1972), un environnement politique favorable avec l'aménagement des Hauts mais aussi à une volonté d'une certaine frange de producteurs de se spécialiser dans un produit rémunérateur. Depuis le démarrage de l'activité laitière à La Réunion, les décideurs et notamment la coopérative laitière (SICA Lait) ont été constamment confrontés aux questions : Comment augmenter la production laitière sur un espace restreint ? Quels sont la taille et le mode d'élevage optimal pour préserver les ressources et accroître le revenu des éleveurs ?

Cependant, ce développement de la filière laitière n'a pas été continu et a connu notamment une période d'intenses instabilités à la fin des années 80 qui va fixer les principales lignes de la conduite politique des années 90. Sur les 278 éleveurs fournisseurs de lait en 1986, la coopérative laitière, la SICA Lait, n'en compte plus que 218 en 1990 et 159 en 1992 (SICA Lait). Différents facteurs sont évoqués pour expliquer cet abandon massif :

- Les petits élevages ont été dissuadés par les nouvelles obligations comme le passage de la collecte en bidon à l'utilisation de tanks ;
- Les éleveurs peu motivés ont bénéficié d'un environnement social plus favorable (mise en place du RMI) ;
- Incertitude institutionnelle avec l'arrivée d'un nouveau transformateur sur le marché des produits laitiers ;
- Faillite des petits éleveurs : jusqu'à la fin des années quatre-vingt, la coopérative encourage le lancement de toute unité de production de lait, sans condition de taille minimale ou garantie financière. Nombre de ces unités se sont avérées très vulnérables à des changements extérieurs.

Face à cet abandon ou faillite massive des exploitations laitières, la SICA Lait choisit la voie de la spécialisation et de la performance, comme moyen de garantir la viabilité des exploitations laitières et d'assurer un approvisionnement régulier aux transformateurs. Dès lors, sont fixés des critères en terme de nombre de vaches laitières et de rythme de croissance et d'équipement de l'exploitation, qui vont constituer la base de tout plan d'installation et d'investissement des éleveurs et conditionner en partie le droit d'accès aux différentes sources de financement et d'aides régionales. Moins de 10 ans après, la coopérative collecte près de 18 millions de litres de lait auprès de 155 éleveurs adhérents (soit 114 400 litres par exploitation) (Données SICA Lait, 1999). La production moyenne par vache présente et par

an serait de 4745 litres en 1999. Ces performances illustrent bien la volonté des décideurs et le fruit des efforts de développement conduit en matière d'alimentation et d'amélioration du niveau génétique des animaux.

Depuis 1999, l'élevage laitier réunionnais doit se préparer à un nouveau changement politique et économique des formes d'aides, même si La Réunion bénéficie encore et ce pour un certain temps de clauses dérogatoires liées à sa situation géographique excentrée mais aussi à une organisation interprofessionnelle fortement structurée et co-ordonnée, qui se démarque dans les négociations européennes. Mais comment anticiper les effets possibles ou probables dus à des changements de mesures interventionnistes extérieures et surtout tenter d'amenuiser les effets négatifs (baisse de revenus des éleveurs, diminution de l'offre laitière), sans une étude approfondie des systèmes d'exploitation, de leur mode de fonctionnement et des moyens à leur disposition pour faire face à un changement ? Quelle est leur capacité d'adaptation et de résistance à un changement de prix du lait par exemple ? Il existe une série de ratios permettant de conduire un diagnostic économique et financier sur la rentabilité et la solidité d'une exploitation. Si ce mode d'évaluation est performant pour une analyse instantanée, il ne permet pas de saisir les conséquences de certains changements de prix ou de structures à moyen et long terme. En outre un changement de prix affecte généralement la structure des exploitations, ce qui rend peu efficient un modèle à structure constante.

Ainsi, la SICA Lait a souhaité voir la mise en place d'un outil de modélisation opérationnel, permettant d'évaluer sur un horizon plus ou moins long l'impact de différents changements de prix ou de système d'aides sur les structures d'exploitation et évaluer leur capacité d'adaptation ou de résistance en fonction de leur stade de développement (exploitations en cours d'installation ou en phase de croisière). Ce souhait répond aux besoins de court et moyen terme de leurs adhérents afin d'éviter les écueils de la fin des années 80, mais aussi de la coopérative dans sa fonction de négociation dans le cadre de la commission tripartite avec les transformateurs pour la fixation du prix du lait et dans le cadre des fonds européens.

En outre, la SICA Lait participe directement ou indirectement (dans le cadre des comités régionaux) à l'établissement des EPI ou des PDL, dans lesquels sont définis à la fois un plan de développement d'une exploitation et les formes d'aides pour assurer sa réussite. Or les critères de viabilité d'une exploitation évoluent avec le contexte institutionnel mais aussi socio-économique. Ainsi, l'outil doit permettre de tester différents plans de développement en fonction des dotations initiales de l'exploitation et des contraintes socio-environnementales qui évoluent. Ce projet de recherche s'intègre dans une problématique plus générale de développement économique et de durabilité des exploitations d'élevage dans un contexte en mutation ou en voie de l'être.

1.2. Des questions pour la recherche et le développement

Ainsi, si les performances zootechniques et sanitaires de ces unités reflètent bien les efforts consentis dans la filière en terme d'investissement humain et financier, se pose aujourd'hui une série de questions qui relèvent davantage du développement socio-économique que du technique :

- L'équilibre actuel des exploitations en phase de croisière peut être modifié sous l'effet d'éventuelles réformes au niveau des politiques interventionnistes de la PAC ou des fonds européens orientés vers les DOM. Quels sont les atouts ou les faiblesses des exploitations

laitières pour résister à un changement de prix aux intrants ou aux produits ? Quels vont être leur processus d'adaptation ? Ont-elles toutes atteint le seuil de solidité financière pour assurer le renouvellement de leur équipement ? Quelle est leur marge de manoeuvre ?

- La deuxième génération d'éleveurs se met dans la course : quel type de structure d'exploitation leur conseiller ? Quel rythme de croissance ? Faut-il toujours viser la productivité ? Le modèle optimal proposé dans les années 90 et basé sur un cheptel de 40 vaches est-il toujours valable ?
- Un certain nombre d'exploitants souhaitent démarrer une activité laitière sur des superficies restreintes, parfois de moins de 3 ha. Faut-il encourager ce type d'exploitation ? Dans quelle mesure ces exploitations pourront résister à un changement du système d'aide qui devrait s'orienter vers une prise en compte des facteurs environnementaux ?

Des questions plus spécifiques se dégagent des objectifs généraux de l'opération de modélisation :

- Dans un contexte de changement du système d'aide à l'agriculture dans le cadre de la réforme de la PAC, les éleveurs laitiers à La Réunion peuvent-ils supporter une baisse des soutiens directs au prix que ce soit au niveau du lait ou des intrants ? Et quel est le seuil du niveau des aides qui risquerait de mettre en péril la filière, étant donné son rôle social et économique sur l'île ?
- Dans un contexte de saturation foncière, y a-t-il une place viable pour des élevages proches du « hors sol » ? Quel sera leur degré de vulnérabilité ou résistance à un changement du système d'aide ?

Dès lors la coopérative comme les éleveurs sont intéressés par la mise en place d'un outil de pilotage, qui est l'objet de la recherche de l'Opération « Modélisation économique des exploitations d'élevage » à La Réunion. Il s'agit de construire un modèle d'offre permettant d'approcher l'impact sur les exploitants comme la production laitière de changements de politique de soutien à cette agriculture. Mais la diversité des systèmes d'exploitations laitières va impliquer une certaine diversité des modes d'adaptation ou d'évolution des exploitations laitières à des changements extérieurs. En outre, il est important de cibler les systèmes qui ne pourront supporter un changement extérieur.

Ainsi, l'opération « micro-économie des exploitations » se doit donc de répondre à deux principaux objectifs :

- 1) Identifier les déterminants des équilibres actuels à l'échelle des exploitations.
- 2) Appréhender voire anticiper les processus d'adaptation ou les risques de « faillite » dans les différents systèmes d'élevage.

-II-

APPROCHE DE LA DIVERSITE DES SYSTEMES D'EXPLOITATION LAITIERS A LA REUNION

L'approche de la diversité des systèmes d'exploitations laitiers s'inscrit dans toute démarche de recherche en milieu rural pour à la fois cibler et adapter les opérations de recherche et de développement en fonction des caractéristiques des exploitations mais aussi analyser le dynamisme différencié des exploitations dans un environnement changeant. Dans cette étude, l'analyse de la diversité visait plus particulièrement à comprendre les modes de fonctionnement différencié des exploitations, à émettre les hypothèses sur les contraintes et les atouts des différents systèmes qui seront ensuite formalisées dans le cadre de l'approche prospective. On se propose ici de retracer les principaux résultats de l'analyse de la diversité et d'émettre quelques hypothèses sur la rentabilité économique et la solidité financière des exploitations.

II.1. Approche méthodologique de la diversité

L'opération de recherche conduite sur l'élevage bovin à La Réunion a pour principal objectif d'identifier, caractériser et comprendre les modes de fonctionnement des différents types d'éleveurs et étudier ou approcher les alternatives de changements de ces types d'exploitations suite à une évolution du système d'aide ou à l'introduction de nouvelles technologies. L'analyse typologique doit donc permettre d'identifier et caractériser la diversité des modes de fonctionnement des exploitations sur la base de critères d'ordre social (origine du chef d'exploitation, son âge, sa formation, etc.), historique (vitesse de croissance, endettement), structurel (foncier, cheptel, UTA), stratégique (gestion des fourrages, conduite du cheptel) et économique (résultats d'exploitation, bilan, ratio de rentabilité). Cette typologie est construite sur la base d'un système d'enquête auprès des éleveurs et des différents partenaires de la filière (suivis CIRAD, coopérative, EDE, U-AFP, Centre de gestion, DAF).

L'approche typologique constitue un moyen d'ordonner l'information relative à la complexité des systèmes d'exploitation en vue de dégager les principaux critères de différenciation comme de ressemblance des exploitations. Cette approche s'inscrit donc dans l'analyse de la diversité. Mais les résultats sont étroitement dépendants du choix des exploitations et des informations utilisées pour les classer. Ainsi on se propose ici de retracer les principales étapes de constitution de l'échantillon ainsi que de rappeler l'information utilisée.

II.1.1. L'échantillonnage : une approche raisonnée

1. D'où part-on ? Suivis et travaux sur la filière laitière

Les exploitations d'élevage bénéficient d'un certain nombre de suivis techniques et technico-économiques, réalisés par les structures et agences de développement agricole (EDE, Chambre d'Agriculture, Direction de l'Agriculture et de la Forêt, Services Vétérinaires), les

instituts de recherche (CIRAD) ainsi que les Centres de Gestion chargés de la comptabilité fiscale des exploitations au réel. Le tableau II.1.1 retrace les principaux suivis réalisés auprès des élevages, la nature et le rythme des suivis.

Tableau II.1.1 : Description succincte de quelques suivis (2000)

Suivi	Organisme	Dénomination	rythme	Données	Nombre
Contrôle laitier	EDE	Contrôle laitier	42 jours	Production laitière et taux butyreux	104 exploitations
Aide à la décision en élevage	EDE	ADEL	mensuel	Production, alimentation, bilan économique	70-80 exploitations laitières
Infertilité en élevage laitier	Cirad (E. Tillard)	Facteurs de risque de l'infertilité	15 jours	Reproduction, nutrition, pathologie	24 élevages
Suivi des rations	Cirad (P. Hassoun)	Suivi des rations alimentaires individuelles	hebdomadaire	Production, nutrition	4 élevages
Systèmes d'alimentation en élevages allaitants	CIRAD (P. Grimaud)	Suivi des performances zootechniques et des pratiques d'alimentation en élevages allaitant	6 semaines	Croissance Reproduction Parasitisme Gestion des pâturages Nutrition	10 élevages
Suivi des rations alimentaires	URCOOPA		Régulier	Rations alimentaires	Elevages laitiers
Suivi zootechnique des génisses	SICA Lait		Tous les 3 mois	Production	Elevage de génisses de la SICA Lait
Comptabilité/Fiscalité	CERFA	Approche comptable	Annuel	Compte de résultat Bilan d'exploitation	40 exploitations laitières 19 exploitations élevage allaitant

En outre, chaque exploitant peut prétendre à un certain nombre d'aide à l'installation (EPI), l'équipement (PAM), l'amélioration de ses performances (PDN, PDL) ou encore la gestion de ses prairies ou des aliments bétail (hangars à foin). Les formes et conditions des soutiens ou aides au développement de la production animale sont diverses. Le droit de bénéficier de ces aides passe généralement par l'établissement d'un dossier complet sur l'exploitation depuis la prise en compte du milieu physique et naturel jusqu'aux seuils de performances zootechniques et économiques à viser. Ces dossiers confèrent une base importante d'informations bien qu'il ne s'agisse que de plans prévisionnels. C'est sur la base de ce matériel de connaissance que l'on a essayé de raisonner l'échantillonnage.

Enfin, il existe aussi des études synthétiques basées sur l'analyse de la diversité des exploitations d'élevage : Salon, 1991 ; F. Delattre, 1996 ; Marquis, 1999. Si la première typologie a déjà une dizaine d'années, elle a l'avantage d'avoir été raisonnée sur le mode de fonctionnement global des exploitations ; les deux typologies suivantes ont été basées essentiellement sur les systèmes d'alimentation. Cependant, la première (Salon, 1991) a été faite sur l'ensemble des exploitations d'élevage et reste grossière pour l'analyse des types d'exploitation laitières. La typologie de F. Delattre pourrait s'avérer très pertinente, mettant en relation le mode de fonctionnement de l'exploitation en fonction des systèmes

d'alimentation. Cependant, compte tenu de son caractère confidentiel, il est difficile d'accéder aux données descriptives sur chaque type identifié. La dernière a été basée sur les suivis déjà en cours au CIRAD-Pôle élevage.

2. Constitution de l'échantillon

La construction de l'échantillon a été entièrement raisonnée et ce à partir du matériel et des connaissances accumulés par la recherche et le développement sur ces élevages. Tout d'abord le suivi régulier des performances zootechniques conduit auprès de 22 exploitations laitières dans le cadre de l'Opération « Etude des facteurs de risque de l'infertilité en élevage bovin laitier ; approche éco-pathologique » (E. Tillard) offrait l'existence d'un échantillon d'exploitations déjà raisonné sur des facteurs de performances zootechniques, mais aussi de critères de taille (cheptel, SAU) et de localisation géographique. Or, les discussions conduites avec les techniciens de la SICA Lait révèlent un fort déterminisme géographique sur la conduite des élevages. Enfin, ce suivi comprenant trois volets (1. un suivi de la reproduction et de la pathologie ; 2. un suivi des indicateurs du statut nutritionnel individuel ; 3. un suivi des pratiques d'alimentation (planning fourrager) et des pratiques d'élevage (logement, gestion de la reproduction, traite)) offrait une bonne connaissance du fonctionnement bio-technique qu'il nous fallait compléter par une analyse du fonctionnement socio-économique et son interaction avec le fonctionnement bio-technique.

Parallèlement, dans le cadre de l'opération « Alimentation et amélioration des performances zootechniques » (P. Grimaud), un suivi bimensuel relatif à l'alimentation et aux besoins des animaux s'est mis en place auprès de ces exploitations laitières, complétant le suivi réalisé sur les pratiques de gestion des pâturages. L'objectif de cette opération est la mise en place de référentiels techniques pour une meilleure adéquation de l'offre alimentaire en fourrage et en complément aux besoins de l'animal. Ces référentiels techniques serviront de base au projet de modélisation, en fixant les possibilités techniques qui s'offrent à l'éleveur et les résultats attendus en terme de rendement laitier.

La première enquête approfondie auprès de ces exploitations nous a fourni une première approche de la diversité des exploitations. Confrontée à la connaissance approfondie qu'ont les agents de la SICA Lait de la diversité des systèmes d'exploitation laitiers à La Réunion, ont été identifiés des systèmes manquants ou des groupes d'exploitations sous représentés. Ainsi une dizaine d'exploitations ont été identifiés pour compléter l'analyse de la diversité des systèmes, pour arriver à un échantillon final de 36 exploitations (tableau II.1.2).

Tableau II.1.2 : Structure de l'échantillon final (36 exploitations)

Types	Nombre d'exploitations enquêtées	% dans l'échantillon	% dans la population d'éleveurs de la SICA	Nb de V.L moy.	Prod. Totales
0-15 VL	7	19	34%	10	391 281
16- 25 VL	4	11	21%	23	265328
26-40 VL	16	44	31%	32	2 620 510
> 40 VL	9	25	14%	55	2 951 590
TOTAL	36				6 528 709

II.1.2. Système d'enquêtes

1. Hypothèses

Une première discussion de groupe avec différents partenaires du développement (SICA Lait, U-AFP, EDE, CERFA) a permis d'identifier certains facteurs clés de différenciation des exploitations : autonomie fourragère et la contrainte foncière et la vitesse de croissance des exploitations.

Les choix décisionnels des éleveurs relatifs à **l'affouragement** comme à la complémentation sont un facteur important des résultats économiques de l'activité laitière (Delattre, 1996) mais aussi des modes de fonctionnement dominants des exploitations laitières à La Réunion. C'est souvent par la maîtrise des coûts d'affouragement que les exploitants sont mieux à même de résister à des changements sur les prix du lait ou des intrants. Plusieurs approches peuvent être utilisées pour l'approche des coûts alimentaires selon les objectifs poursuivis (zootechnique ou économique) et les données disponibles. On peut citer trois grandes approches qui sont fonction du principal objet d'étude de la recherche :

- approche économique : évolution des stocks des aliments produits et achetés et coûts moyens de production ;
- approche zootechnique : étude des rations alimentaires des différentes catégories d'animaux et confrontation avec les performances laitières ;
- approche agronomique : étude de la production des fourrages sur l'exploitation et de l'évolution des stocks.

Compte tenu des recherches ou projets de développement en cours à La Réunion (CIRAD-EMVT, AFP), une approche pluridisciplinaire des systèmes d'alimentation animale a été choisie. Cette approche est fondée sur trois principaux types de données :

- Evolution quantitative et monétaire des achats et des ventes de fourrages et de concentrés sur l'année ;
- Organisation du parcellaire : type de prairie, surface, mode de récolte (pâturage, ensilage, fourrage vert, etc.), nombre de coupes et de balles (ou de bottes) par coupe et par saison ;
- Allotement et mode d'alimentation des lots d'animaux par saison avec une approche des temps de pâturage par jour pour le système par pâturage et du nombre de balles distribuées par jour pour l'affouragement à l'auge.

Ces différentes données, obtenues sur déclaration des éleveurs, fournissent une idée approximative de la ration alimentaire des différentes catégories d'animaux par l'utilisation des tables nutritives des principaux fourrages de la ration (Ph. Hassoun, 2000), sans toutefois prétendre pouvoir déterminer une fonction de production de lait.

Pour le calcul économique de la ration, nous avons utilisé à la fois les dépenses en semences, engrais et produits de traitement enregistrées lors des enquêtes ADEL par culture, et les charges opérationnelles globales utilisées dans le calcul de la marge brute des prairies réalisé par les Centres de gestion. Ces données ont été collectées directement auprès des éleveurs dans les exploitations non suivies ni par l'EDE ni par le centre de gestion. Certaines données sont recalculées comme la fumure d'entretien. Pour l'évaluation des charges de structure sur le système de culture, on a complété les données du CERFA par les charges de travail, les dépenses liées aux travaux par tiers et les autres charges pour le conditionnement des

fourrages. Pour l'équipement, on s'est intéressé aux caractéristiques de chaque matériel, à l'année et au prix d'achat et aux frais annuels d'entretien et de réparation. L'amortissement, les frais financiers et les autres charges proportionnelles pour chaque équipement sont calculés en fonction des grilles établies par le BCM EA et des données recueillies auprès de l'U-AFP.

2. Echelle de temps et d'observation

Les données disponibles au niveau du centre de gestion comme de l'EDE sont des données comptables et technico-économiques de l'année 1999. Ainsi l'étude technico-économique et financière des exploitations est conduite pour l'année 1999. Or la gestion du système fourrager et donc du système d'alimentation des animaux sont saisonniers. En outre à l'échelle du troupeau, il existe de fortes différenciations sur l'alimentation selon le stade physiologique des animaux, qui peut être à cheval sur une année et demie ou deux années. Ainsi on est amené à faire des choix simplificateurs pour harmoniser ces différentes échelles de temps et évaluer les performances économiques de l'activité laitière.

Différents éléments nous ont conduit à choisir l'année civile comme unité de raisonnement :

- La disponibilité des données comptables et technico-économiques,
- l'étalement fréquent des vêlages sur toute l'année,
- le mode de gestion annuel des aides et des primes.

Cependant, certaines données relatives à l'alimentation des animaux comme à la gestion des prairies (qui sont collectées par déclaration auprès des éleveurs) peuvent paraître trop lointaines pour être fiables. Pour mieux resituer l'année 1999 dans notre entretien avec l'éleveur, on a choisi d'évaluer le système actuel basé sur l'été 1999/2000 et l'hiver 2000 et de demander les changements par rapport à l'année dernière. De plus notre étude porte davantage sur un mode de conduite global de l'exploitation qu'une analyse fine du système d'alimentation qui demanderait le recours à des pesées.

Généralement, les périodes les plus délicates se situent aux intersaisons qui ne sont pas prises en compte dans la collecte d'information sur le système d'alimentation. Cependant, à ces périodes, les éleveurs font souvent recours à des achats de fourrages qui sont enregistrés dans le compte annuel.

3. Enquête préliminaire

Les principaux objectifs de l'enquête préliminaire est de comprendre le mode de fonctionnement des exploitations laitières en fonction de leur structure actuelle et de la vitesse de constitution de leur appareil productif (foncier, taille du cheptel, nombre d'actifs), de leur principaux objectifs relatifs à l'activité laitière (système d'affouragement, cheptel, conduite du cheptel) mais aussi à la famille (attente personnelle, projets de diversification, plan de retraite, etc.). Ainsi cette enquête doit permettre de comprendre les différentes trajectoires d'installation des éleveurs, leurs atouts et contraintes structurelles et leurs possibilités et objectifs de diversification/spécialisation ou changement technique.

L'enquête préliminaire décrit l'évolution de l'appareil productif depuis l'installation du chef d'exploitation jusqu'à sa situation actuelle. Trois facteurs structurels sont analysés : le foncier, le cheptel laitier et la main-d'œuvre. Leur évolution est analysée en fonction des systèmes d'aides acquis par l'exploitant et des dotations initiales, ce qui nous permet d'approcher leur

vitesse de croissance mais aussi leur stade par rapport aux objectifs visés par l'exploitant. L'autonomie fourragère est abordée par le biais des transactions fourragères (achat ou vente de balles ou de bottes de fourrages secs ou ensilés), du système de pâturage et du chargement par ha. On a tenté d'approcher les objectifs des exploitants à court et moyen terme (5 ans) et à plus long terme (10 ans) pour différents volets de l'activité laitière mais aussi de l'exploitation en tant qu'une unité à la fois familiale et entrepreneuriale.

4. Enquête socio-économique approfondie

La deuxième enquête vise à comprendre avec l'exploitant les écarts entre ses objectifs et les résultats technico-économiques de son exploitation établis par l'EDE ou le centre de gestion. Pour ce faire, il s'est agi d'analyser les différents résultats des enquêtes ou données recueillies auprès de l'EDE ou du centre de gestion (avec l'autorisation signée de l'exploitant et sous notre garantie de confidentialité) et de les confronter aux objectifs révélés des exploitants par une étude approfondie des modes de gestion technique et économique du troupeau et du foncier. *In fine*, l'enquête économique vise à analyser les pratiques de gestion économique des ateliers fourrage et lait et les résultats économiques et financiers de l'atelier lait et de l'exploitation dans son ensemble.

Les objectifs à atteindre :

1. Analyse des pratiques de gestion économique des ateliers fourrage et lait

Pour chaque type d'exploitation, il s'est agi de confronter et d'analyser le mode de gestion du parcellaire et le mode d'affouragement des différentes catégories d'animaux, en fonction des frais engagés (fertilisation, amendement, recours aux concentrés, etc.) et des opérations non financières (nombre d'actifs, stratégies de production, etc.).

2. Diagnostic technico-économique et financier des exploitations laitières

Pour chaque type d'exploitation, il s'est agi de réaliser des comptes de production intermédiaires sur les cultures fourragères (pris globalement) et sur l'atelier lait et des comptes d'exploitation et bilan pour évaluer la rentabilité économique de l'atelier lait et la solidité financière de l'exploitation.

Ainsi l'enquête socio-économique approfondie est structurée autour de trois principaux axes :

1. gestion technique du foncier et pratiques éco-culturelles : aménagement foncier, assolement, description succincte de l'itinéraire technique (fertilisation minérale et organique), charges opérationnelles et équipements agricoles ;
2. Conduite du système d'élevage : système d'affouragement et de complémentation, gestion du cheptel (entrées et sorties), équipement d'élevage, charges opérationnelles et structurelles liées à l'élevage ;
3. Résultats d'exploitation : gestion économique des autres activités agricoles ou hors agriculture, mode de financement de l'exploitation (autofinancement ou emprunt).

Un quatrième volet a visé à évaluer la rentabilité d'une activité de transformation fromagère à la ferme, mais ne concerne qu'une seule exploitation de notre échantillon.

Cette deuxième enquête a donc permis d'approfondir l'analyse du mode de fonctionnement des types d'exploitations laitières, d'évaluer leur solidité économique et financière en fonction

de leur dotation initiale et des formes d'aides reçues, mais aussi de formaliser les hypothèses pour simuler l'impact de différentes mesures de politiques agricoles pour mesurer leur capacité de résistance à des chocs économiques externes.

II.1.3. Méthode typologique

1. Choix de la méthode typologique

L'analyse typologique séparée sur les données socio-structurelles puis économiques collectées en 2000 sur 32 exploitations laitières nous a permis d'identifier des groupes d'exploitations laitières avec un ensemble de variables très disparates (C. Taché, 2001). Les principaux facteurs de différenciation socio-structurelle sont le degré de capitalisation (taille du cheptel, état du foncier) et la vitesse de constitution de ce capital (aspects historiques) ; la typologie économique distingue les exploitations en fonction des résultats d'exploitation (proportionnels au degré de capitalisation) et le degré d'endettement (relié à l'histoire de l'exploitation). Cependant, ce travail aboutit à deux typologies ou deux séries de groupes d'éleveurs non homogènes. Des petites exploitations se trouvent appartenir à deux groupes économiques en fonction du mode de gestion des dépenses d'exploitation. Des exploitations peuvent avoir des résultats d'exploitation relativement proches alors qu'elles divergent dans l'allocation des terres. Dès lors on est souvent surpris de voir un exploitant rejoindre un groupe alors que son mode de fonctionnement est proche d'un autre groupe.

Ces premiers résultats ont conduit à l'utilisation de l'Analyse Factorielle Multiple sur K tableaux (AFM) qui permet à la fois :

- 1) d'analyser les liens de causalité ou de corrélation entre différents facteurs ou sous-systèmes de l'exploitation.
- 2) de voir pour des exploitations voisines sur le plan de fonctionnement, quels sont les facteurs de ressemblance comme de différenciation.

Donc, au fur et à mesure, on affine l'approche typologique qui va ouvrir elle-même des pistes de recherche sur d'une part la différenciation intra et inter-groupe et d'autre part sur une méthode de mise en place d'un suivi léger auprès de ces exploitations.

2. Définition des thèmes

L'AFM K tableaux est basée sur la définition d'un certain nombre de thèmes qui constitueront autant de composantes de l'exploitation à analyser. Les thèmes sont définis par un ensemble de variables ou de modalités qui reflètent une réalité ou un volet du système de fonctionnement des exploitations laitières. Cependant le choix des thèmes ou des groupes de variables ou modalités suppose la définition ou détermination de sous-composants d'un système global qui dans la réalité n'a pas de sens. En effet, le fonctionnement de l'exploitation résulte justement de l'articulation d'un ensemble de données (données de structure telles que la taille de l'exploitation, données contraignantes telles que le climat local, les caractéristiques physiques du sol, données sociales telles que le retour d'un fils, l'origine du chef d'exploitation, etc.) qui, à un moment donné de la vie de l'exploitation, nous donne une image cohérente de la situation, des choix et des actions de ce système. Isoler ou identifier des sous-composants revient donc à effectuer un découpage fictif au temps t.

Si l'analyse systémique des exploitations qui s'est développée dans les années 1970-1980 permet de découper l'exploitation en systèmes (système de culture, système d'élevage, système de production, système d'exploitation), puis recomposer ces systèmes pour avoir une vision globale du fonctionnement des exploitations, et donc par voie de conséquence déterminer des groupes de systèmes, chaque système reste cependant une construction théorique, sans « existence objective » (Bonnetond *et al.*, 1988) : « *Il est construit par un observateur à partir d'un ensemble de données sélectionnées et reliées les unes aux autres* ». Pourtant cette notion de système permet une représentation relativement synthétique du mode de fonctionnement de l'exploitation.

Pour la définition des thèmes, on préférera recourir à des ensembles plus homogènes et peut-être plus précis ou restrictifs que le système, reflétant des dotations, des contraintes ou des modes de conduite comme des résultats économiques, pour recomposer dans un deuxième temps le système d'exploitation. Partir de sous-systèmes dans l'exploitation pourrait risquer de conforter notre analyse de terrain et d'omettre certains modes de fonctionnement original à l'intérieur de la plus petite unité du système. Les thèmes retenus sont certes discutables. Les principales hypothèses qui les sous-tendent sont les hypothèses discutées avec les agents de la coopérative SICA Lait et qui ont été le point de départ de toute la démarche d'enquête. Le tableau II.1.3 retrace les principaux thèmes, les hypothèses qui les sous-tendent et les variables retenues.

Tableau II.1.3 : Structuration en thème des principales variables collectées

Thèmes	Hypothèses	Principales variables
Structure et fonctionnement des exploitations		
Historique de l'exploitation	Importance de la vitesse de croissance de l'exploitation les dix dernières années ; Age et origine du chef d'exploitation	- age, origine, niveau de formation du chef d'exploitation (CE) - Raisons d'installation et de démarrage de l'activité laitière - Niveau de constitution du cheptel et du foncier depuis 1990
Capital de l'exploitation	Effet de taille	- Social : statut de l'exploitation, UTA - Foncier : SAU - Cheptel : UGB, Vaches présentes - Financier : Aides à l'investissement, membre ou non du CERFA
Contraintes	Différenciation des exploitations selon le degré d'autonomie fourragère	- Zones et altitudes - Problèmes fourragers - Problème de MO
Système fourrager	Mode de gestion du foncier	- Allocation de la terre entre pâture, cultures fourragères - Mode de récolte : en vert, ensilage, ensilage enrubanné
Conduite du cheptel	Gestion du troupeau et performances zootechniques	- Cheptel : nombre de génisses de 1 an, entre 1 et 2 ans, de plus de 2 ans - Production de lait par ha et par vache - Chargement total - Niveau de concentré
Transactions	Recours aux achats extérieurs	- achat et vente de fourrages - Production laitière vendue - Génisses importées ou achetées à la SICA
Projets et autres activités	Objectifs des éleveurs	- Objectifs de l'éleveur concernant le cheptel - Niveau de diversification (autre activité) - Souhaits concernant l'activité lait, le système d'alimentation, la famille, la main-d'oeuvre - Succession

Résultats économiques		
Budget	Structuration des charges variables et structurelles dans le budget	- Total charges, charges variables et structurelles - Charge MO - Subvention d'exploitation - Fonds de roulement, besoin en fonds et trésorerie
Charges d'alimentation	Structuration des charges d'alimentation	- Part de l'alimentation totale, des concentrés sur les charges - Charges d'alimentation puis concentrés par vache
Résultats	Résultats d'exploitation	- Marge brute (MB) par vache, par exploitation - EBE - Production, VA, CA - Productivité monétaire par vache
Bilan	Capital/dotation	- Dotation aux amortissements - Subventions d'investissement - Capitaux propres, total immobilisation - Total épargne
Endettement	Solidité financière de l'exploitation	- Emprunt moyen/long et court terme - Ratio emprunt court/long terme - Ration autonomie financière - Ration endettement

3. Démarche de l'AFM-K tableaux

La démarche typologique choisie dans ce projet a été le produit d'un travail collectif entre la recherche et le développement et à l'intérieur de la recherche entre plusieurs disciplines. Elle a fait l'objet de nombreuses présentations et elle vient d'être publiée (Alary, Messad, Taché, Tillard, 2002). Ici on se propose juste de reprendre rapidement les différentes étapes qui ont permis d'affiner la description des types.

Etape 1. Etape préliminaire : analyses séparées

Chacun des 12 tableaux fait l'objet séparément d'une analyse des correspondances multiples (ACM) en vue d'identifier les thèmes fortement structurants de la population étudiée (Figure II.1.1). D'ores et déjà, il apparaît de fortes structures pour les thèmes « Capital » (ressources initiales en travail, cheptel et foncier), « Transaction », « Budget » et « Résultat » et dans une moindre mesure pour les thèmes « Cheptel » et « Bilan » sur l'axe 1. Pour ces thèmes, une part importante de la variabilité du tableau est projetée sur les 2 premiers axes d'inertie. On note une faible différenciation de notre population à travers les modalités reflétant les problèmes fourrages (« Contraintes »), les caractéristiques sociales et historiques de l'exploitation et l'endettement (« Historique » et « Endettement »).

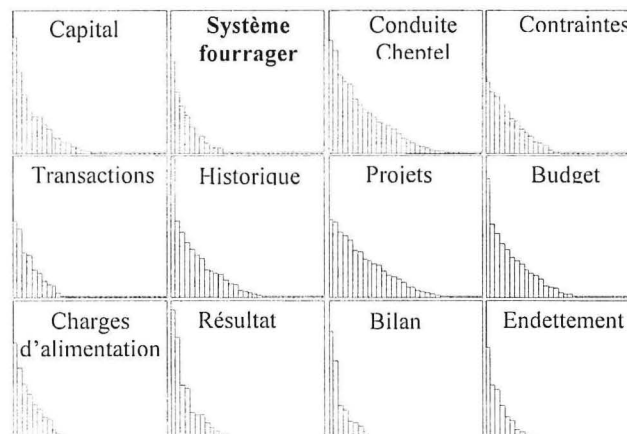


Figure II.1.1 : Diagramme des valeurs propres des 12 ACM séparées.

Etape 2. La représentation globale des thèmes : interstructure

L'analyse conjointe des 12 thèmes (ou tableaux) par l'AFM permet d'affiner l'analyse et d'apprécier la contribution de chaque thème à la construction du plan factoriel commun. L'analyse de l'interstructure est la comparaison globale des tableaux, c'est-à-dire la réalisation d'une typologie des thèmes. Cette comparaison s'effectue via un système d'axes communs aux groupes de variables. Les coordonnées d'un groupe s'interprètent en terme de liaison globale des variables de ce groupe avec les facteurs communs à l'ensemble des groupes. On peut aussi interpréter les proximités des points en terme de ressemblance entre thèmes.

L'analyse de l'interstructure (figure II.1.2) confirme l'importance des thèmes : « capital », « transactions », « budget » et « résultat », et dans une moindre mesure de la composition du « cheptel » et du « bilan » pour la définition des axes factoriels communs. On note aussi de fortes corrélations entre la composition du cheptel et le budget qui participent à la définition de l'axe 1.

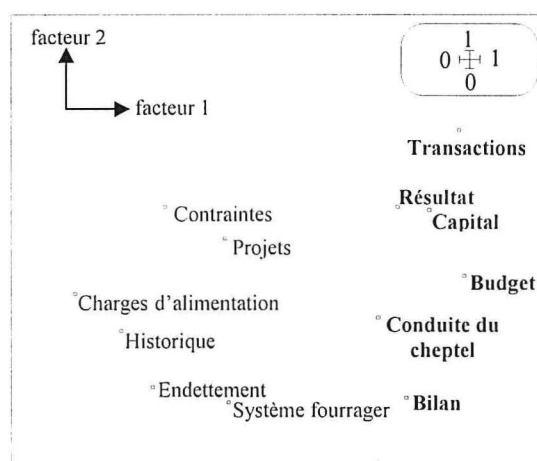


Figure II.1.2. Représentation des thèmes sur le plan 1-2 de l'interstructure de l'AFM. En gras, les thèmes les plus contributifs aux facteurs communs.

Etape 3. La représentation simultanée des tableaux

Le principal résultat de l'AFM est un plan commun de représentation des variables et des individus dit plan moyen. Ce modèle commun aux différents thèmes est le résultat d'une double optimisation : l'AFM calcule des facteurs qui synthétisent au mieux les corrélations entre toutes les modalités quel que soit leur groupe tout en étant des éléments de différenciation importants entre les individus. Le plan moyen permet par exemple d'identifier les modalités clés de différenciation de la population (Figure II.1.3).

Ainsi il est possible de distinguer sur l'axe 1 une forte opposition entre les grandes exploitations laitières de plus de 55 vaches laitières sur au moins 15 ha de cultures fourragères et les petites exploitations de moins de 20 vaches laitières sur moins de 5 ha. On peut parler d'effet de taille entre des structures en GAEC qui comptent plus de 3 actifs agricoles et les petites structures individuelles qui comptent parfois un seul actif. L'axe 2 oppose les exploitations de taille moyenne entre 20 et 35 vaches laitières sur des surfaces de 5 à 15 ha

que l'on retrouve dans les Hauts de l'Ouest et la Plaine des Grègues, les Lianes et St Pierre aux petites exploitations de moins de 20 vaches présentes qui sont situées pour partie à la Plaine des Cafres. Les premières sont installées depuis 15 à 20 ans alors que les secondes sont de jeunes structures de moins de 5 ans d'âge. Ces deux types d'exploitation se distinguent aussi par le mode d'affouragement dominant (poids des concentrés dans la ration moyenne). Ainsi les charges alimentaires s'élèvent à près de 1300 euro/Vache pour les plus petites structures contre moins de 1000 euro pour les plus anciennes.

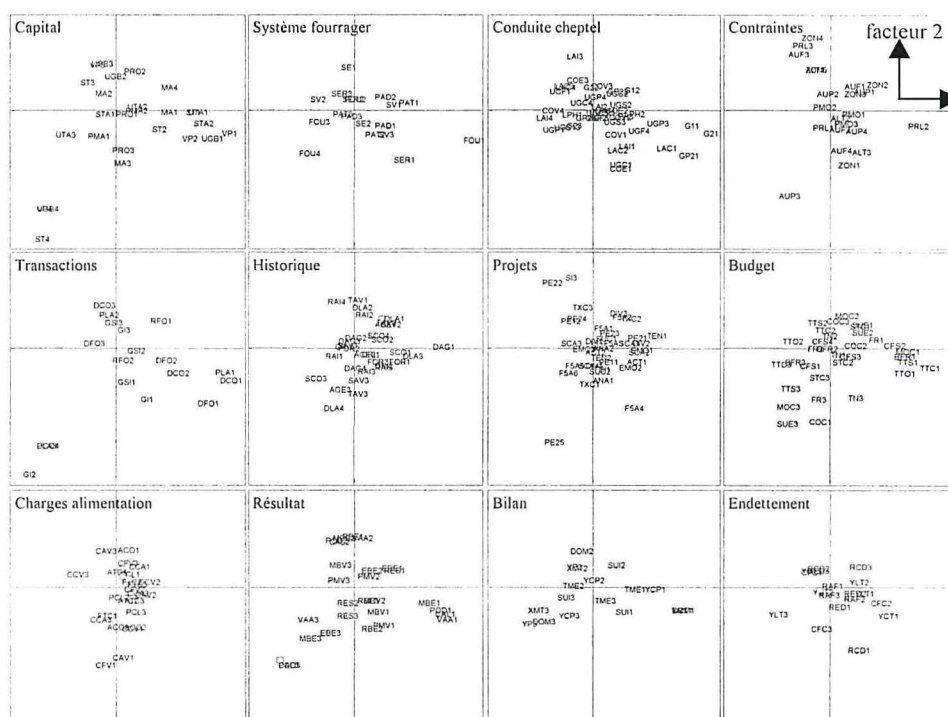


Figure II.1.3. Représentation des modalités sur le plan moyen 1-2 de l'AFM. Afin de faciliter la lecture des associations entre modalités, celles-ci ont été représentées en fonction de leur thème d'appartenance. En grisé, les thèmes les plus contributifs au plan factoriel commun.

Dès lors, le premier plan factoriel de l'AFM nous permet de différencier notre population enquêtée en fonction de facteurs structurels, de modes de conduite et des résultats économiques.

Etape 4. Analyse de l'intrastructure

L'AFM peut être vue comme une analyse inter-classes (Chessel *et al.*, 1996 ; Chessel *et al.*, 1997) : une classe étant définie par un élevage, les éléments de la classe par les différents thèmes qui caractérisent cet élevage. Une analyse fine des structures communes aux différents thèmes est réalisée grâce à la projection en éléments supplémentaires des individus partiels (*i.e.* les individus vus sous l'angle d'un thème particulier) sur les axes du plan moyen (figure II.1.4).

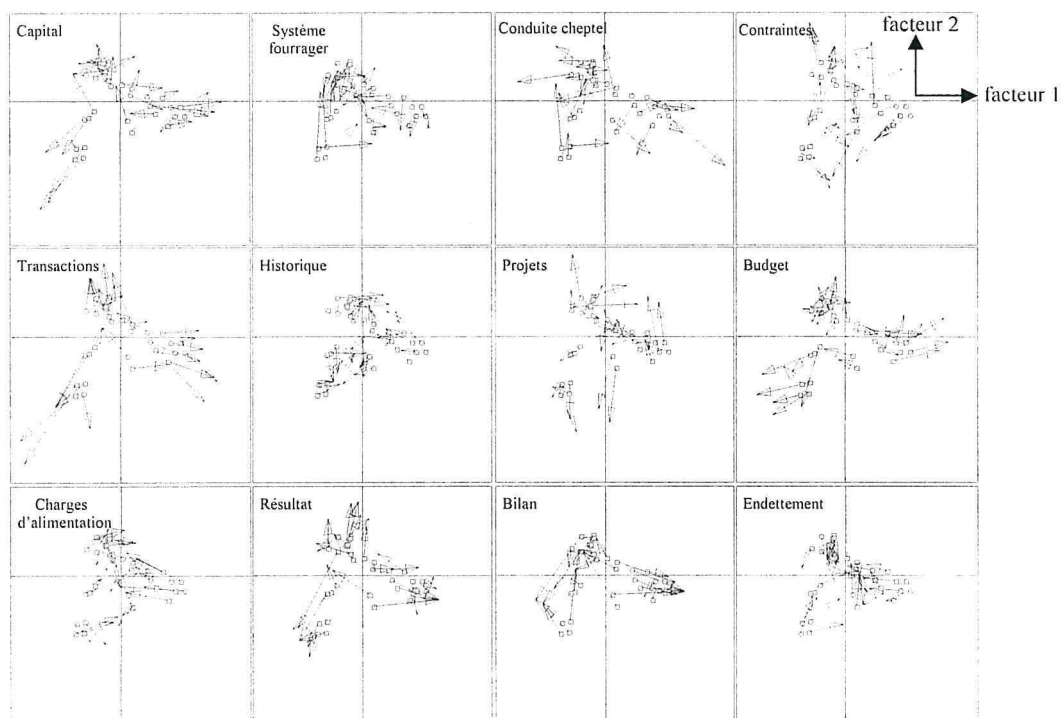


Figure II.1.4. Analyse de l'intrastructure : représentation des écarts entre élevages moyens et les mêmes élevages vus selon les différents thèmes (projection en éléments supplémentaires, extrémité de la flèche) sur le plan factoriel compromis 1-2. En grisé, les thèmes les plus contributifs au plan factoriel commun.

On retrouve, sur le premier plan factoriel commun, le rôle fortement structurant des thèmes liés au capital et résultat d'exploitation. La disposition triangulaire des individus permet d'identifier et de caractériser 3 groupes d'exploitations : deux qui se différencient sur l'axe 1 en fonction de leur structure (et notamment de la taille du troupeau), et qui enregistrent des écarts notables en terme de flux monétaires que ce soit au niveau des charges que des résultats d'exploitation ; un troisième groupe se différencie sur l'axe 2 de par ses résultats économiques (bonne rentabilité brute d'exploitation) et sa gestion prudente de trésorerie. Les fortes ressemblances sur le plan « Historique » permettent d'identifier un groupe d'anciennes structures qui, soit par expérience soit en raison des difficultés physiques du milieu ont acquis une gestion prudente de leur exploitation.

4. Des analyses supplémentaires

Si cette structuration de notre population peut paraître peu originale à première vue (les grandes structures enregistrent les flux monétaires les plus importants, les plus anciennes structures en voie de cession ont une gestion plus prudente ou modérée, etc.), elle fait apparaître le rôle peu structurant des charges d'alimentation, des systèmes fourragers comme des contraintes liées (contraintes géographiques locales, degré d'autonomie fourragère) dans la constitution des groupes. Or les modes d'affouragement (combinaison des systèmes fourragers, du recours aux concentrés et du degré d'autonomie fourragère) sont bien souvent cités comme facteurs contraignants et expliqueraient l'importance des charges opérationnelles et par voie de conséquence les résultats d'exploitation différenciés. Plusieurs hypothèses peuvent être émises :

- Les thèmes relatifs aux systèmes fourragers, aux contraintes géographiques et au degré d'autonomie fourragère seraient partagés par l'ensemble de la population. Pourtant, les micros climats réunionnais ont été bien souvent analysés comme facteurs de différenciation des systèmes et de difficultés pour l'élevage ;
- On pourrait également penser à une quasi-individualisation des problèmes fourragers en fonction de la contrainte foncière, du cheptel et de la zone qui rend difficile toute comparaison ou regroupement ;
- Ces thèmes peuvent aussi participer à une typologie de notre population indépendante de la précédente ;
- Il peut s'agir aussi d'un problème de codification des informations relevées au cours de l'enquête.

Au final, l'absence de toute signification de ces thèmes peut nous amener à rediscuter des questions formulées dans le questionnaire pour mieux les approcher.

Dans un premier temps, une AFM a été réalisée sur les tableaux de données mixtes (Escofier, B., Pagès, J., 1986 ; GERI, 1996). Les blocs de variables quantitatives et qualitatives font l'objet d'une analyse préliminaire séparée, respectivement une analyse en composantes principales (ACP) et une analyse des correspondances multiples (ACM). La représentation des thèmes¹ sur le plan de l'interstructure de l'AFM sur le tableau mixte nous conduit à écarter l'hypothèse de problèmes liés à la codification (figure II.1.5). L'interstructure étant en effet sensiblement la même que celle de l'analyse sur variables qualitatives (figure II.1.2). Enfin, la projection sur le plan moyen des centres de gravité de la partition obtenue après une classification des élevages sur le thème « Système fourrager » révèle l'existence d'une forte variabilité intra groupe (figure II.1.6). Cette variabilité intra groupe est représentée par la connexion des élevages d'une même classe avec un segment (diagramme en étoiles). Ces résultats révèlent le rôle peu structurant de ce thème dans la construction d'une typologie globale et conforterait l'hypothèse d'un fort particularisme des exploitations sur le plan du système fourrager comme des modes d'alimentation qui expliqueraient le faible rôle discriminant de ce thème.

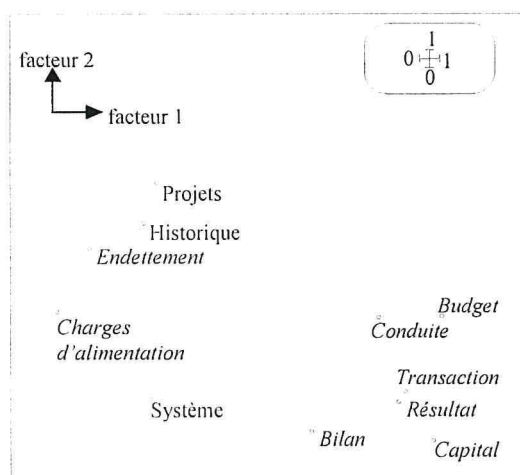
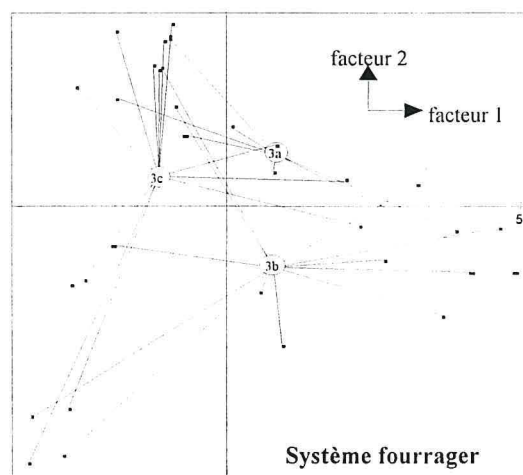


Figure II.1.5. Représentation des thèmes sur le plan 1-2 de l'interstructure de l'AFM sur tableau mixte. En italique, les thèmes avec variables quantitatives.



a Pâturage kikuyu (grande surface), pas de parcelle de fauche, ensilage maïs
b Pâturage et parcelles de fauche – graminées tempérées (EBR)
c Parcelles en fauche, chloris et divers

Figure II.1.6. Représentation des centres de gravité de la partition obtenue après une classification des élevages sur le thème « Systèmes fourrager » sur le plan 1-2 moyen de l'AFM sur tableau qualitatif.

¹ La plupart des variables du thème « Contraintes » étaient très liées au mode de gestion des fourrages. Elles ont été intégrées au thème « Système fourrager » du tableau mixte qui ne comporte plus que 11 thèmes.

Cependant l'expérience montre aujourd'hui que les groupes identifiés selon des critères autres que le système fourrager sont identifiés par les techniciens de la coopérative en partie par la zone et le degré d'autonomie fourragère. Pour expliquer ce paradoxe, il faut revenir aux choix des variables dans chaque groupe. En fait l'ensemble des exploitations laitières de la Réunion, quelle que soit leur situation géographique qui explique en partie le système fourrager dominant, recourent aux achats d'aliments extérieurs et concentrés -qui sont dans le thème « Transaction »- et le degré d'autonomie est davantage lié au capital foncier par rapport au capital vivant qu'au type de graminées ou au mode de collecte.

Ceci renvoie au découpage artificiel de l'exploitation et à la difficulté d'analyser /distinguer les liens de cause à effet (tel système fourrager induit tel coût) ou de se dire que les transactions sont un choix fonction non seulement du système fourrager mais de l'ensemble de l'exploitation.

Enfin, le système fourrager est généralement un système complexe fonction du système élevage, des choix des producteurs, des contraintes de travail et de trésorerie, etc... et dans ce sens nécessiterait probablement une autre typologie...

5. Typologie : Classification Ascendante Hiérarchique

Une analyse ascendante hiérarchique à partir de l'AFM permet de définir des groupes d'individus relativement homogènes qui vont définir les types ou classes d'exploitations laitières. La typologie réalisée sur les 7 premiers axes factoriels permet de faire émerger des groupes très proches sur le plan factoriel moyen 1*2 décrit précédemment, mais qui se différencient sur les autres plans factoriels. Ainsi sont définis 6 types d'exploitations qui serviront de base à l'analyse des comportements et à la formalisation.

II.2. Analyse de la diversité des systèmes d'exploitations laitières

La projection des classes d'éleveurs laitiers sur le premier plan montre une forte opposition entre les classes 2 et 3 et les 4 autres classes sur l'axe factoriel 1. On distingue les grandes et moyennes structures des plus petites, qui se différencient aussi en terme de budget et de résultats du bilan. Les 4 groupes qui représentent les plus petites exploitations se différencient sur l'axe 2, facteur de l'intensité et des types de transactions, qui pourrait aussi être nommé l'axe des stratégies économiques alimentaires en situation de pression foncière que cette pression provienne de l'exiguïté des parcelles ou de leurs caractéristiques physiques.

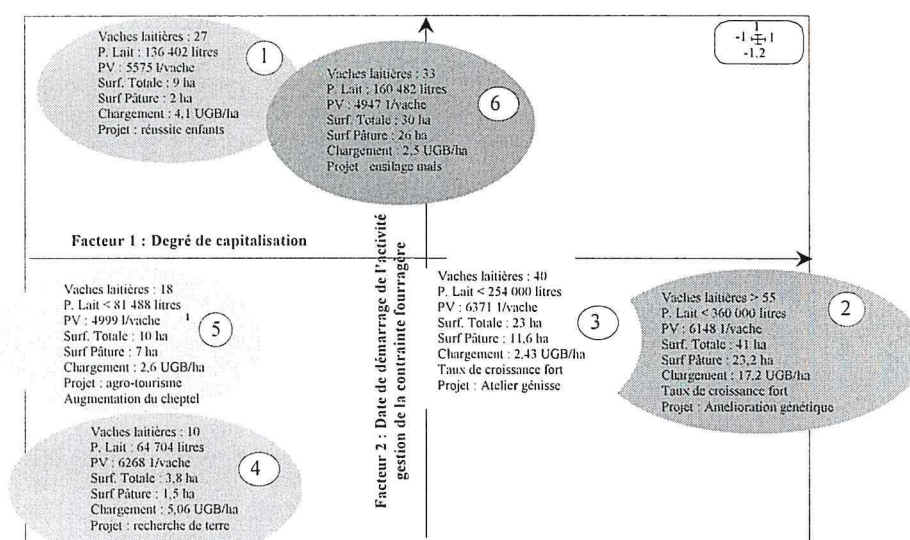


Figure II.2.1. Les groupes de la typologie des exploitations laitières sur le plan factoriel commun 1-2 de l'AFM

II.2.1. Description des types d'exploitations

Les grandes et moyennes exploitations de plus de 40 vaches laitières se distinguent toutes deux de par leur histoire qui va expliquer en partie la structure de leurs résultats économiques et financiers. En effet, les grandes exploitations qui comptent plus de 55 vaches laitières se sont installées quasiment avec le démarrage de l'activité laitière sur l'Ile. Elles ont grandi et résisté aux différentes crises du secteur. Aujourd'hui on retrouve dans ce groupe les GAEC, c'est-à-dire que l'on rentre dans la deuxième génération d'éleveurs. A la différence de ce premier groupe, les moyennes exploitations qui tendent à rejoindre le groupe des grandes se sont installées plus récemment et ont bénéficié de l'arsenal des aides pour constituer rapidement leur appareil de producteur. Ce groupe se caractérise à la fois par des atouts (dynamisme, volonté de perfectionnement) mais aussi par une certaine instabilité financière liée aux importants recours aux emprunts de long terme durant les décennies quatre vingt dix. Alors que leur appareil de production, notamment la mise en place d'un atelier génisse, les entraîne dans une spirale de capitalisation, les éleveurs sont à la recherche d'une certaine stabilité pour conforter, consolider leur appareil.

Type 2 : Grandes exploitations de type GAEC basées sur un système mixte fourrage-pâturage

Le type 2 représente les grandes exploitations ayant le plus important cheptel laitier, sur plus de 35 ha de terre dont au moins un tiers en pâture. La plupart de ces exploitations qu'elles soient en GAEC ou de statut individuel ont connu une croissance importante depuis les années 1990. Le troupeau compte plus de 55 vaches présentes. Ces éleveurs assurent une partie de leur renouvellement puisqu'ils maintiennent près de 10 génisses de renouvellement. Situées dans les Hauts, les prairies sont généralement des prairies de graminées tempérées dont plus de 15 hectares sont ensilés, puis mis en balle ronde. Mais ces éleveurs pratiquent aussi une forte complémentarité en concentré : plus de 7000 kg/vache laitière/an pour des

rendements de 10 à 15000 litres par ha. Certaines exploitations du groupe se diversifient aujourd'hui par l'engraissement de jeunes taurillons et le développement d'un atelier génisses. Bien que ces exploitations enregistrent les résultats financiers les plus importants de l'échantillon (marge brute d'exploitation de plus de 53 400 euro/an en 1999), le ratio de rentabilité brute d'exploitation (rapport de l'Excédent Brut d'Exploitation sur le produit total de l'exploitation), de l'ordre de 30%, reflète l'importance des charges d'exploitation par rapport aux résultats, liée à la forte complémentation en concentrés pour les charges opérationnelles et le poids des charges salariales et financières dans les charges de structure. Les charges financières sont constituées des intérêts sur les emprunts de court terme, qui grèvent quelque peu la trésorerie annuelle.

Ayant démarré leur activité laitière avant 1990, la plupart de ces exploitations ont construit leur appareil productif à partir de très peu d'aides. Par contre, installées au début des politiques d'aménagement des Hauts, elles ont pu se délimiter de grandes propriétés qui sont le principal pilier de leur système. Ces exploitations font office aujourd'hui de modèles pour l'élevage laitier à La Réunion et la plupart des éleveurs poursuivent toujours des objectifs d'amélioration de la productivité laitière par l'importation de génisses mais aussi l'investissement dans des semences de taureaux reconnus améliorateurs.

Type 3 : Exploitations « de type PDL » ayant une bonne autonomie fourragère

Le groupe 3 comprend les exploitations intermédiaires entre les grosses structures et les plus petites. Ces exploitations comptent un troupeau moyen de 35 à 55 vaches laitières sur 15 à 35 hectares de prairies à dominante graminées tempérées. Ces exploitations laitières relativement récentes se sont constituées après 1990 avec l'aide d'un PDL. Bien qu'autonomes en matière d'affouragement (vente d'un surplus fourrager à l'extérieur), ces exploitations recourent fréquemment à des quantités importantes de concentrés : 10-13 kg de concentrés par vache et par jour (soit entre 6 et 7000 kg de concentrés par vache et par an) pour atteindre leur objectif de production laitière, ce qui explique en partie le niveau élevé des charges opérationnelles (plus de 53 400 euro par an).

A la différence des grandes exploitations du type 2, ce groupe se caractérise par une plus grande autonomie fourragère, qui se reflète dans la structure des charges : moins de 34% de charges alimentaires dans les charges opérationnelles totales au-delà d'un niveau élevé de concentrés dans la ration quotidienne des vaches.

En outre, ces exploitations en phase d'investissement ou de fin d'investissement doivent faire face à des charges financières importantes et donc un faible ratio d'autonomie financière (moins de 47%). Ceci s'explique bien sûr par le développement rapide de leur exploitation avec de lourds investissements (équipement d'une chaîne complète d'ensilage, salle de traite, hangar à foin). Les dettes de long terme excèdent aujourd'hui 68 700 euros.

Ainsi ces exploitations entament aujourd'hui une phase de consolidation (maintien du troupeau en l'état), qui passe par le remboursement progressif des emprunts de long terme. Leur souhait à terme est d'alléger leur charge de travail par l'embauche d'un ouvrier mais aussi de se diversifier par l'investissement dans l'immobilier ou le foncier.

Les groupes 1 et 6, très proches sur le plan factoriel commun, se distinguent de part le système fourrager. Ces moyennes exploitations comptant entre 25 et 35 vaches laitières se distinguent en partie de par leur localisation qui va engendrer des modèles de fonctionnement différenciés. Ainsi on retrouve les exploitations laitières sur pâturage de Kikuyu dans les hauts de l'Ouest qui se différencient des exploitations relativement anciennes de la Plaine des Grègues, St Joseph orientées vers un système d'alimentation basé sur la fauche en vert. C'est ici que les prairies tropicales dominent comme le Chloris. Un critère de différenciation important de ce groupe est le mode de gestion financière de l'exploitation basé sur la

prudence. Le recours raisonné aux emprunts comme aux concentrés expliquent en partie ces résultats.

Type 6 : Exploitations sur pâture

Les exploitations de type 6 se distinguent des autres groupes de par un mode d'affouragement sur pâturage, essentiellement des prairies naturelles de Kikuyu, système qui domine dans l'élevage laitier des Hauts de l'Ouest. Les chefs d'exploitation, fils de planteurs de canne, se sont installés dans les Hauts avant 1990 après une formation professionnelle, largement incitée par le développement des politiques d'aide à l'installation des décennies 80'-début 90'. Ces exploitations tentent aujourd'hui d'exploiter de nouvelles terres pour faire de l'ensilage de maïs. Ces exploitations enregistrent de faibles performances laitières, liées au système extensif sur pâturage avec une plus faible complémentation en concentrés : moins de 5000 litres/vache/an avec 5-6000 kg de concentrés/V.L./an. Ces derniers recourent de préférence au foin de chloris ou résidus de canne durant quasiment toute l'année.

En raison d'un système d'affouragement extensif, la marge brute par vache reste très faible : moins de 1220 euro/VL. Par contre, les charges d'exploitation restent élevées puisque le taux de rentabilité brute est de moins de 20%. En effet, ces exploitations enregistrent des charges de structures relativement élevées, notamment des charges salariales.

Ainsi, pour ces exploitations, le choix de l'affouragement extensif sur pâturage de Kikuyu résulte davantage des conditions physiques et climatiques de la zone que d'une stratégie à l'extensification: la plupart des terres sont difficilement mécanisables et l'intensité des périodes de sécheresse ne permet guère l'implantation de graminées telles que le dactyle ou le ray-grass. Par contre, ces exploitations exploitent ou souhaitent exploiter des parcelles situées plus dans les Bas pour faire du maïs ensilage en silos taupinières.

Type 1 : Exploitations à faible autonomie fourragère

Le type 1 regroupe des structures d'exploitation relativement anciennes (installations avant 1985), situées majoritairement dans la Plaine des Grègues ou St Joseph. Les jeunes éleveurs sont le plus souvent la deuxième génération d'éleveurs. Ces exploitations sont dotées d'un troupeau de 20 à 35 vaches laitières sur 9 ha en moyenne, soit un chargement moyen de 4,1 UGB/hectare. Malgré cette forte contrainte foncière, ces exploitations recourent modérément aux concentrés : moins de 10 kg/vache/jour, soit environ 6100 kg de concentré par vache et par an, tout en maintenant de meilleures performances que le groupe 6 (entre 5000 et 6000 litres /vache/an). Cette gestion prudente des charges de complémentation explique en partie le très bon taux de rentabilité brute d'exploitation enregistré (plus de 45%).

Le mode d'affouragement est essentiellement basé sur la fauche en vert quotidienne et l'ensilage de balles rondes enrubannées de chloris et parfois de brome, dès qu'ils en ont la possibilité. Ce système d'affouragement est bien sûr lié aux contraintes régionales mais aussi au morcellement du parcellaire qui rend difficile tout projet de mécanisation.

Il faut noter le faible niveau d'endettement (moins de 25%), qui allège les charges financières. Ainsi, à la différence de l'ensemble des autres groupes, ce type d'exploitation se caractérise par une situation économique et financière très stable grâce à une gestion prudente et ce malgré une faible autonomie fourragère.

Dans les petites exploitations qui comptent moins de 20 têtes de bovins laitiers, on peut distinguer des exploitations de type Hors sol qui enregistrent une forte pression foncière et les jeunes exploitations qui s'installent sur des surfaces restreintes en jouant la carte de l'intensification.

Type 4 : Exploitations de type Hors sol.

Ce type regroupe les exploitations comptant un troupeau de moins de 20 vaches laitières sur moins de 5 ha de terres. Il s'agit d'un système quasiment hors sol, qui se développe depuis à peine 5 ans, en raison de la forte pression foncière dans les zones productrices (Plaine des Cafres). De fait, ces exploitations sont entièrement dépendantes de l'extérieur pour leur affouragement. Ils recourent pour la plupart à plus de 13 kg de concentré par vache et par jour.

Ainsi, il en résulte du point de vue économique et financier de fortes charges d'alimentation : les charges d'alimentation s'élèvent à plus de 1300 euro par vache et l'achat des concentrés représente entre 35 et 41% du prix du lait. Ces exploitations connaissent aussi une forte pression financière à court terme en raison du recours fréquent aux emprunts de court terme et à la quasi absence de fonds de roulement.

Pour l'instant, le principal objectif de ce groupe est bien sûr l'assurance d'un revenu pour la famille, que les éleveurs cherchent à obtenir par le biais de la recherche de terre. Donc ce modèle d'exploitation connaît aujourd'hui une certaine stagnation, avec une gestion quotidienne des contraintes de trésorerie.

Type 5 : Jeunes exploitations en cours de constitution sur peu de terres

Le type 5 rassemble les exploitations en phase de constitution de leur cheptel qu'ils souhaitent encore agrandir de plus de 50%. A l'instar du type 4, ces exploitations connaissent une forte contrainte foncière (moins de 5 ha de surfaces totales), qu'ils maîtrisent du point de vue économique par le choix d'un système peu productif : les charges d'alimentation représentent moins du tiers des charges totales pour une productivité inférieure à 4500 litres par vache. Les apports fourragers de l'exploitation sont exploités par une fauche quotidienne en vert.

Ces exploitations enregistrent de faibles résultats d'exploitation mais maintiennent un certain niveau de trésorerie grâce à une gestion prudente (rationnement des concentrés) et un équilibre financier par le biais des aides et des prêts de long terme qu'ils ont pu obtenir. A la différence du groupe précédent, ces exploitations connaissent aussi une meilleure solidité financière en raison de l'apport d'un capital propre (entre 67 000 et 153 000 euros) mais aussi d'une aide importante pour l'installation. En raison d'une plus rapide capitalisation depuis les 2 à 3 dernières années, elles enregistrent toutefois un fort endettement.

Ce groupe rassemble de jeunes exploitants qui sont à la frontière avec le milieu urbain (Zone du Tampon, à proximité de St Pierre, pour la plupart) et qui ont développé cette activité avec un souhait de se diversifier vers l'agrotourisme. Ce groupe se situe donc à l'opposé des exploitations spécialisées dont l'objectif est d'accroître toujours plus leur rendement laitier par vache. En outre, il leur est difficile aujourd'hui d'accroître leur cheptel sans terre supplémentaire. Les souhaits d'investissement aujourd'hui portent davantage sur l'équipement de la salle de traite et les bâtiments.

Si les exploitations des groupes 4 et 5 ont des structures voisines (petit cheptel, forte contrainte foncière et d'affouragement), elles se distinguent de par le mode de financement de l'activité : le groupe 4 rassemble les chefs d'exploitation qui ont recouru essentiellement aux emprunts de court terme en raison de leur faible garantie alors que le groupe 5 par l'obtention d'aides (notamment d'un PDL) a pu bénéficier de prêts de moyen à long terme.

II.2.2. Analyse comparée des types d'exploitation

Le tableau II.2.1 retrace les principaux traits de différenciation structurelle des exploitations qui ne sont qu'une composante de l'analyse de la diversité. Si la structure et plus exactement l'effectif laitier permet de structurer notre population en trois groupes, ce n'est pas l'unique

facteur de différenciation. Pour des tailles similaires, on observe des écarts selon la localisation, la contrainte foncière ou encore le niveau de concentré par vache. Les décisions de complémentation ne reflètent pas uniquement la contrainte foncière ; ils sont aussi fonction des choix des modes d'alimentation, des choix de production laitière et des possibilités de trésorerie.

Tableau II.2.1 : Indicateurs de performances économiques des exploitations laitières (en Francs)

	Grandes exploitations	Exploitations moyennes	Exploitations laitières-Système pâturage	Exploitation à moyenne à faible autonomie fourragère	Jeunes exploitation en cours d'investissement	Exploitations de type Hors Sol
	2	3	6	1	5	4
Chiffre d'affaire (en Fr.)	1 400 455	1 009 771	564 847	510 585	371 628	244 087
Charges opérationnelles (en Fr.)	883 080	939 277	360 967	291 604	328 004	249 489
dont charges d'alimentation (en Fr.)	512 755	302 926	232 888	189 309	114 298	100 471
dont charges de concentrés (en Fr.)	464 793	269 336	200 998	167 497	106 535	71 389
Charges de structure (en Fr.)	371 059	220 771	147 540	87 360	69 678	45 931
Ratio						
Charges alimentation/ total charges opérationnelles (%)	59%	35%	65%	65%	34%	42%
Dépenses concentré/alimentation (%)	91%	89%	88%	88%	91%	72%
Charges concentrés (en Fr.)/vache	7604	7003	6270	6182	5027	7094
Charge fourrage (en Fr.)/vache	768	897	905	792	348	2900
Résultats d'exploitation						
Marge brute d'exploitation (en Fr.)	643479	439179	189199	286146	165900	135496
Valeur ajoutée (en Fr.)	597894	541171	167683	274939	171416	116193
EBE (en Fr.)	427213	311143	126486	310375	142141	61761
Rentabilité brute d'exploitation (%)	30%	31%	24%	57%	33%	21%
Solidité financière						
CP/passif	57.38%	46.33%	34.00%	79.22%	47.34%	60.50%
Ratio d'autonomie financière	55%	48%	31%	80%	50%	55%
Structure de l'endettement	41%	17%	27%	15%	24%	66%
Ratio d'endettement	45%	52%	69%	20%	50%	45%
Atouts	Structure en place	Structure en place		Bonne rentabilité et stabilité	Endettement de CT	
Faiblesse	Endettement de CT Charge MO	Faible autonomie financière Charge locative	Faible autonomie fourragère et rentabilité	Faible autonomie fourragère	Difficultés liées à la taille	Faible taux de rentabilité Charges d'alimentation élevées

Tableau II.2.1 (bis) : Indicateurs structurels des exploitations laitières

	Grandes exploitations	Exploitations moyennes	Exploitations sur pâturage	Exploitation à faible autonomie fourragère	Jeunes exploitations en cours d'installation	Exploitations de type Hors Sol
	Plaine des Cafres	Plaine des Cafres, Plaine des palmistes	Hauts de l'Ouest	Plaine des Grègues, St Joseph	Plaine des cafres, Plaine des Grègues	Plaine des Cafres, Plaine des Grègues
Altitude (m)	1 300	1 200	1 100	672	1 000	1 275
Age du chef de ménage	48	35	41	43	33	35
Année de démarrage du lait	1985	1994	1987	1986	1996	1998
Vaches présentes	60	41	33	27	21	10
Vaches en 1 ^{er} lactation	16	16	3	6	7	9
PV (litre)/vache	6 149	6 371	4 947	5 575	4 764	6 269
Production lait (en litre)	361 732	254 219	160 482	136 402	91 044	67 705
Surface totale (ha)	41	23	30	9	11	4
Surf en Prop (en %)	34	73	23	58	78	7
Pâturage (ha)	17	4	26	2	1	2
Surf. Fourragère (ha)	23	12	2	6	8	2
Surf. D'ensilage enrubannée (ha)	20	12	0	2	1	2
UGB/ha	2.1	2.4	2.5	4.1	2.6	5.1
Qt concentré (kg)/vache	7 604.4	7 003.4	6 270.3	6 182.4	5 026.7	7 094.0
Litres/ha	9 914.8	12 864.3	10 743.7	15 473.7	9 508.5	26 731.3
Primes 99 (en Fr.)	56 040	36 100	41 625	23 369	20 125	4 288
Aides totales (en Fr.)	364 450	410 267	494 471	273 050	430 875	238 875

II.3 Analyse économique et financière des différents systèmes d'exploitation

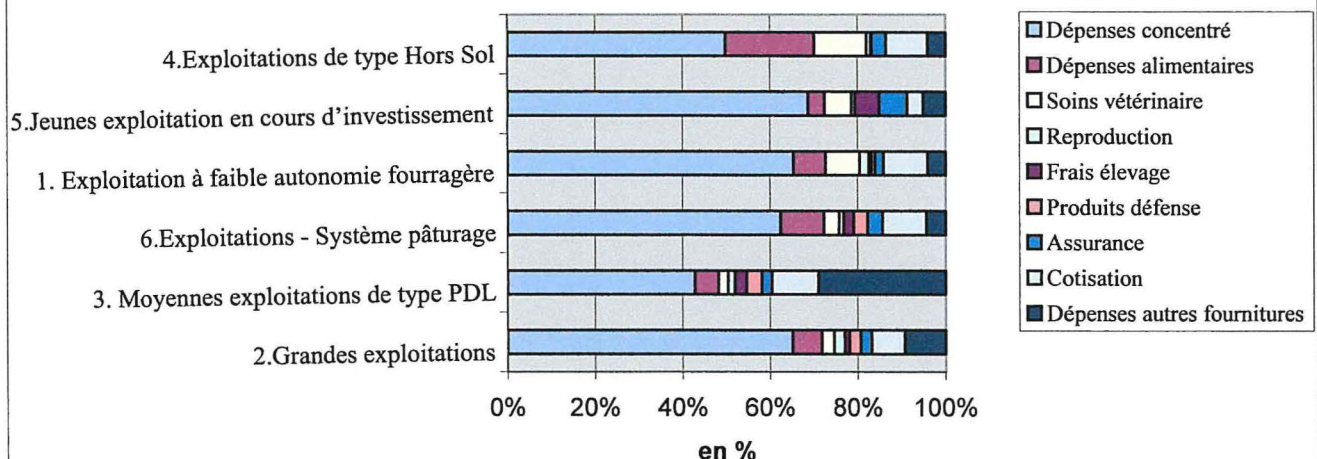
L'analyse économique et financière succincte des types d'exploitations vise à approcher les points forts et les points faibles des exploitations laitières à La Réunion, mais aussi à identifier les principales contraintes financières et économiques pour leur prise en compte dans l'analyse prospective, que sera le modèle.

II.3.1. Etude de la structure des charges d'élevage

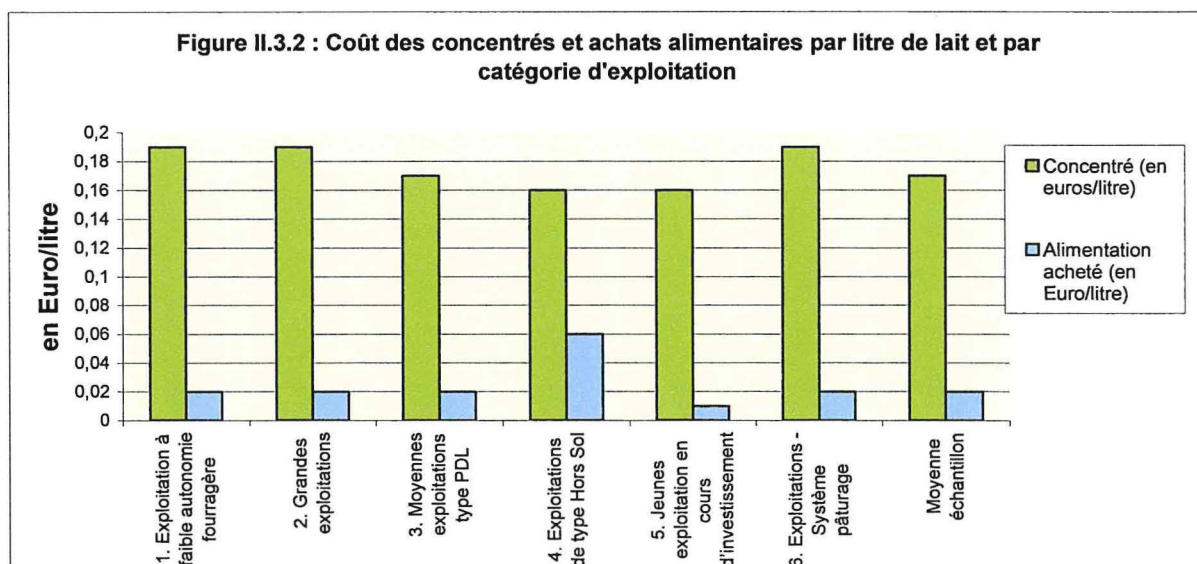
La répartition des charges d'élevage par type d'exploitation met en exergue le poids des charges de concentrés pour l'ensemble des exploitations, qui dépassent en moyenne la moitié des charges d'élevage (Figure II.3.1). Seul le type des « moyennes exploitations de type PDL » (Type 3) situées dans la Plaine des Palmistes se distingue de par une relative bonne autonomie fourragère. Mais ces exploitations enregistrent aussi de fortes dépenses de fournitures (« Autres fournitures »), jusqu'à 30% en moyenne. En fait dans ce groupe, on a affaire à de jeunes exploitations qui tentent de mettre en application un ensemble d'enseignements agricoles avec les coûts que cela implique.

Ce sont aussi les petites exploitations de type « Hors sol » (type 4) ou « en cours d'investissement » (type 5) ou encore les « exploitations à faible autonomie fourragère » (type 1) qui enregistrent les plus fortes dépenses vétérinaires (entre 5 et 10% des dépenses d'élevage). Ces charges peuvent s'expliquer par plusieurs facteurs mais on pourrait citer les problèmes d'affouragement comme la jeunesse de ces élevages.

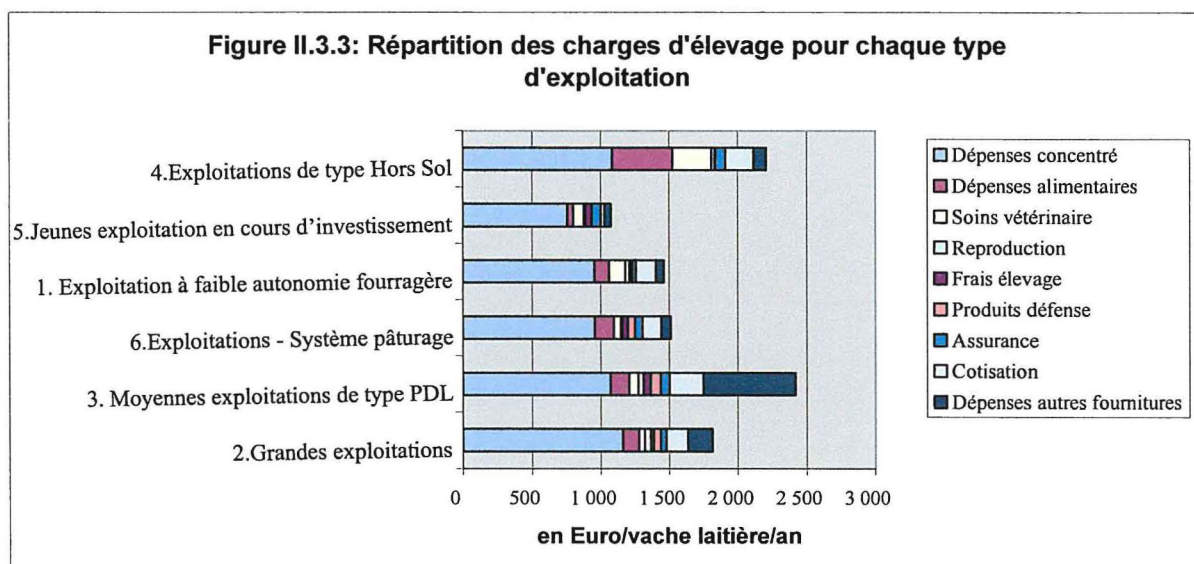
Figure II.3.1: Répartition des charges d'élevage pour chaque type d'exploitation



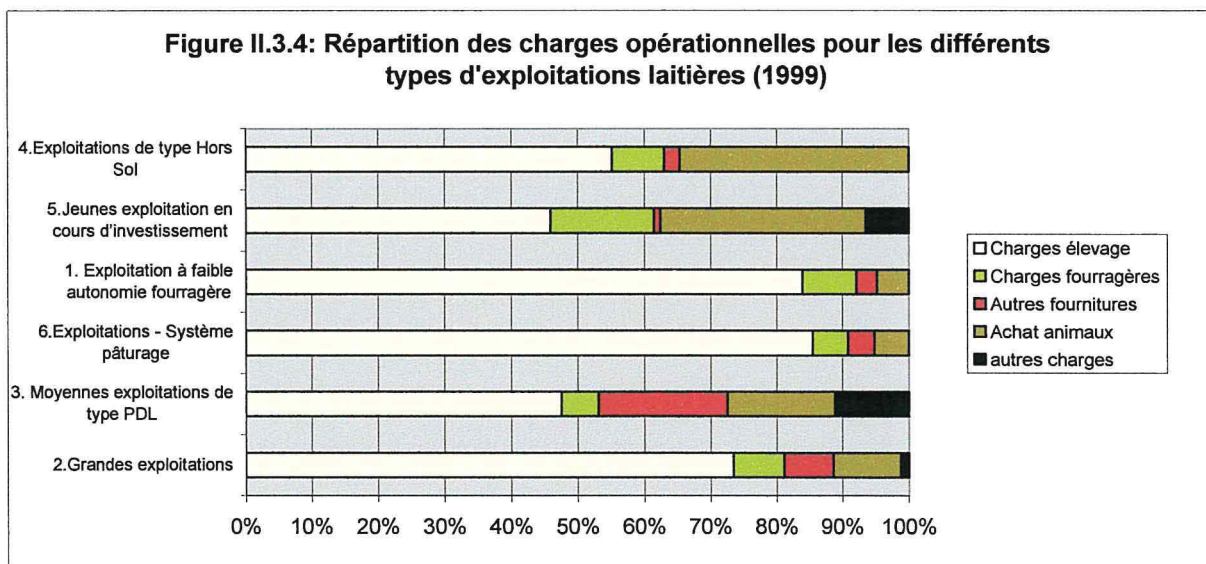
Aussi on pourrait dire que les charges en concentré voire en alimentation sont quasiment des charges fixes par vache laitière à l'intérieur des exploitations. Le détail des charges de concentré ou des achats d'aliments fourragers montre des profils proches entre exploitations, à l'exception du volume d'achat des aliments fourragers pour les exploitations de types Hors sol (Type 4) (Figure II.3.2). Cependant ces résultats sont à nuancer puisqu'une partie des concentrés achetés va servir à alimenter les génisses, notamment pour les types 2 et 3 qui sont le plus en avance sur le montage d'un atelier génisse en 2000.



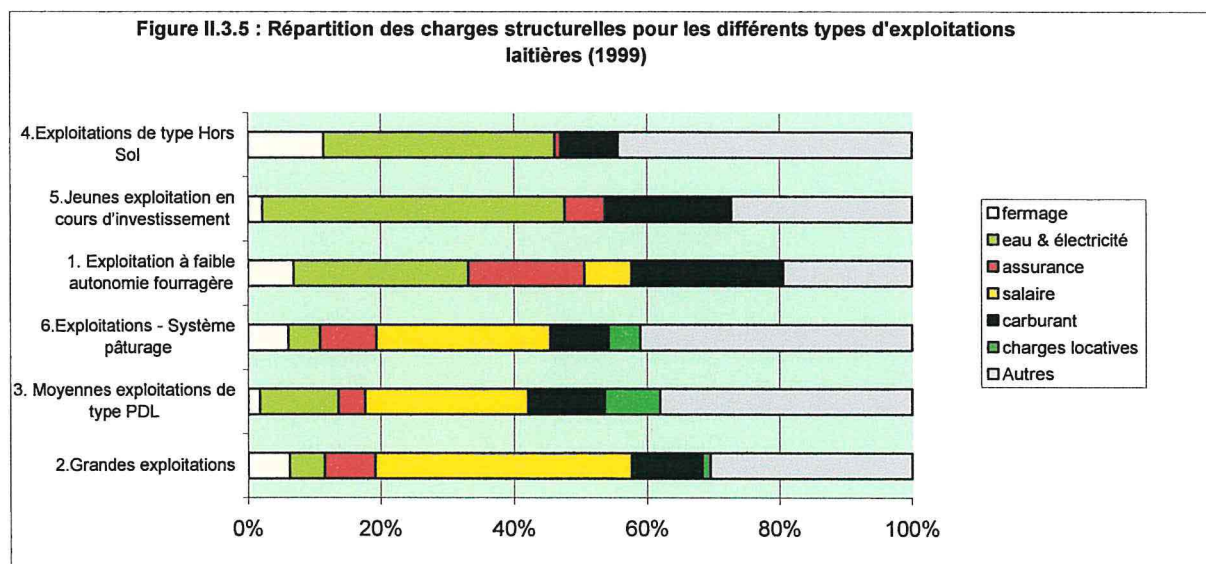
La moyenne des charges d'élevage par vache laitière est de 1500 euros avec des écarts pour les « exploitations moyennes de type PDL » (type 3) et les exploitations « Hors Sol » (Type 4), qui sont dus respectivement à l'achat de fournitures diverses et aux charges d'achat d'aliments fourragers (Figure II.3.3). On peut noter que les « jeunes exploitations en cours d'investissement » (type 5) comme les « exploitations à faible autonomie fourragère » (type 1) ont une gestion relativement prudente des dépenses d'élevage.

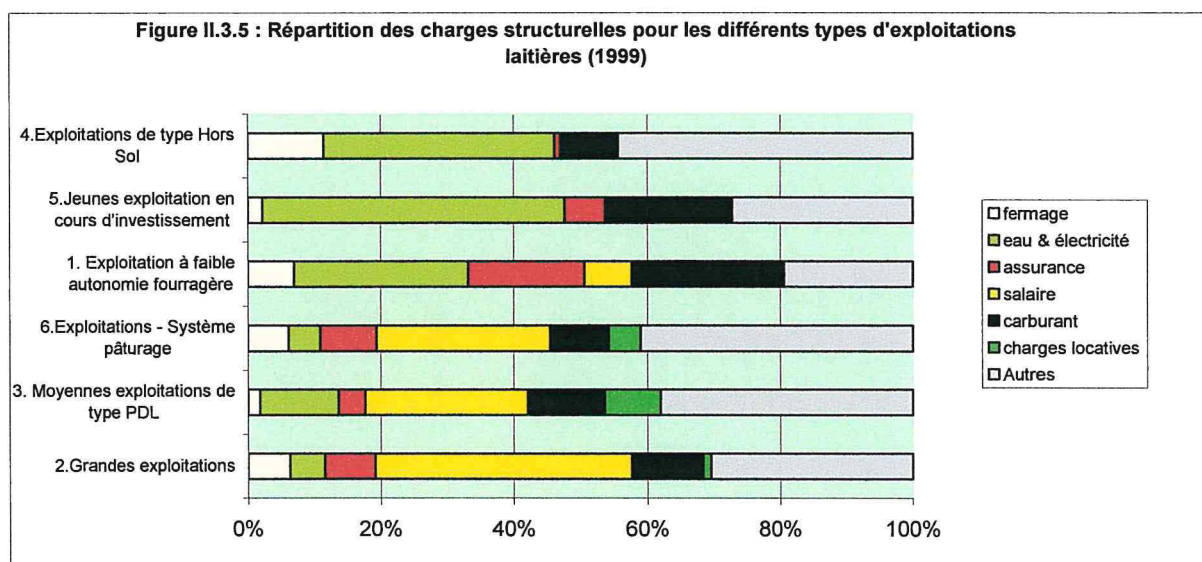


La répartition des charges opérationnelles montre des écarts importants de gestion des charges variables entre les petites exploitations de moins de 30 vaches laitières, les exploitations entre 30 et 40 vaches laitières et les grandes exploitations de plus de 40 vaches laitières (Figure II.3.4). En effet, les petites exploitations (types 4 et 5) ont rarement les moyens d'élever les génisses sur l'exploitation et de fait l'ensemble du renouvellement du troupeau se fait par l'achat de génisses gestantes, à la différence des moyennes exploitations qui tentent d'assurer leur renouvellement à moindre coût. Ainsi si les dernières ont atteint un seuil de croisière, les plus petites sont le plus souvent en phase de capitalisation et ce dans le cadre d'un Plan de développement Laitier. Pour les grandes exploitations de plus de 40 vaches laitières, la modernisation de l'appareil de production entraîne généralement de nouvelles charges opérationnelles que l'on retrouve dans « autres fournitures » et « autres charges ».

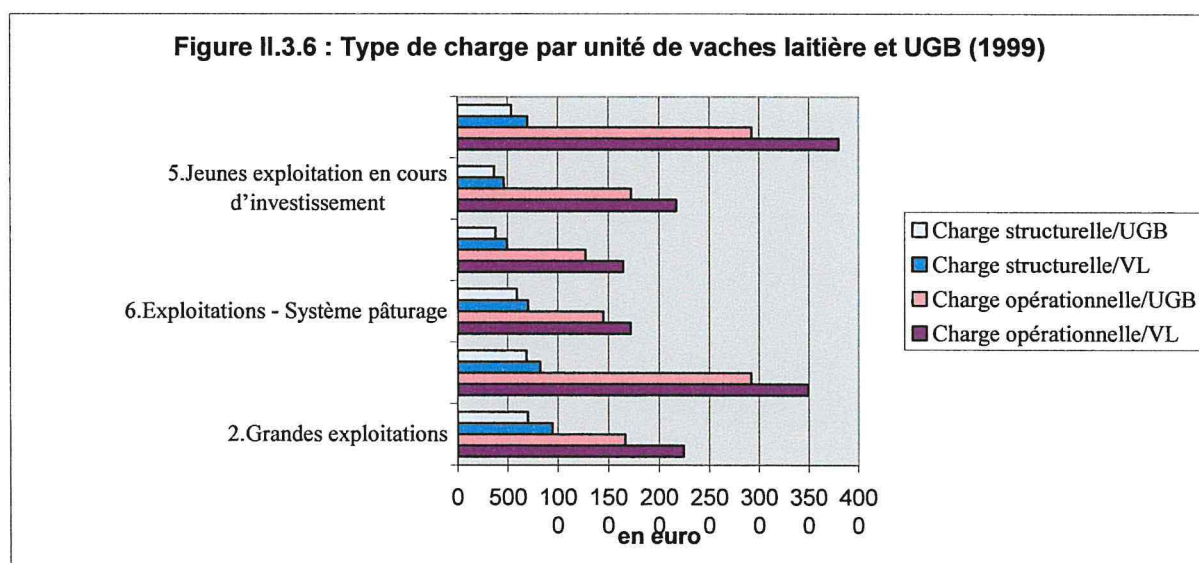


La répartition des charges structurelles montre le profil particulier des grandes et moyennes exploitations qui, passées le seuil des 40 vaches laitières, sont plus ou moins obligées de recourir au travail salarié, à l'exception des GAEC (figure II.3.5). Le travail salarié peut représenter jusqu'à 30% des dépenses de structure.



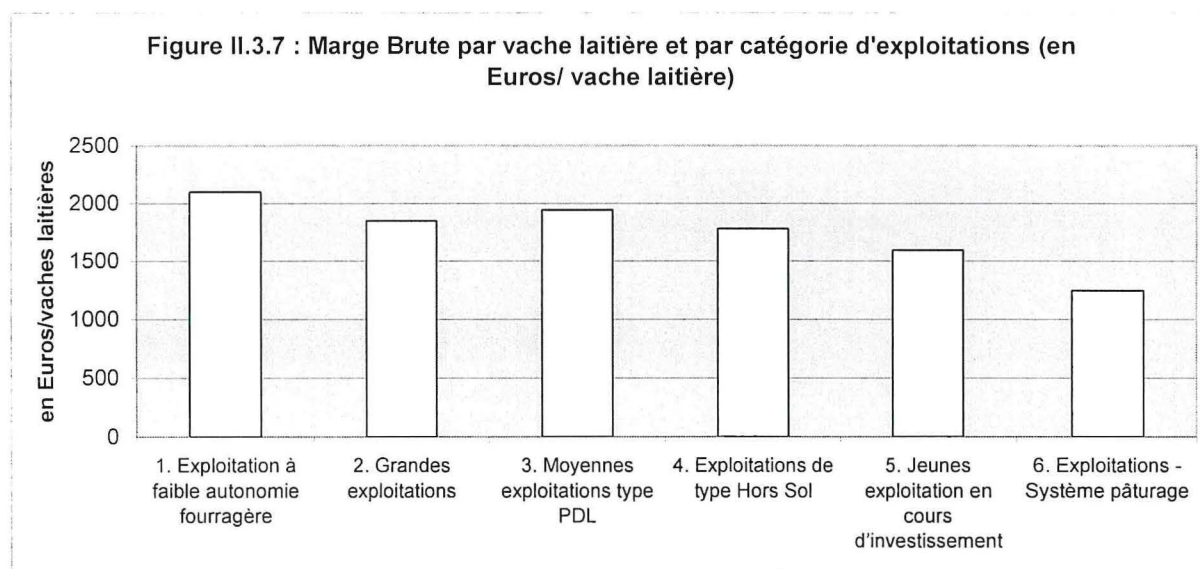


Le montant moyen des charges opérationnelles et structurelles par vache laitière et par UGB met en exergue le profil particulier des exploitations de type « Hors Sol » (Type 4) et des « moyennes exploitations de type PDL » (Type 3), qui enregistrent des charges relativement élevées par unité (Figure II.3.6). Pour les exploitations du type 3, ce sont en partie les fournitures qui grèvent les coûts par unité. On note que les exploitations à faible autonomie fourragère (type 1) -ayant atteint un rythme de croisière- enregistrent les plus faibles coûts unitaires. Par contre les grandes exploitations (type 2) atteignent aujourd'hui une relative bonne maîtrise des coûts unitaires de production, à l'instar des « jeunes exploitations en cours d'investissement » (Type 5).



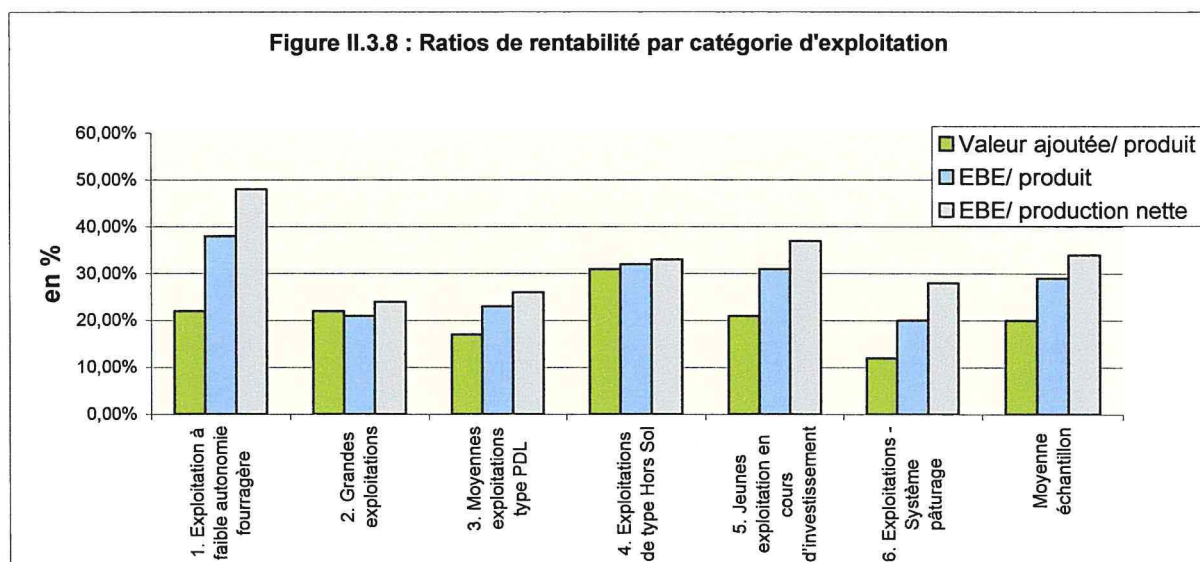
II.3.2. Etude de la rentabilité comparée et de la viabilité économique

Malgré les écarts sur les charges opérationnelles et sur les modes de fonctionnement par types d'exploitations, l'analyse des marges brutes montre des résultats relativement proches (Figure II.3.7). Aussi il semblerait que les principaux écarts de rentabilité économique soient fortement liés à la maîtrise des charges de structure.



La rentabilité d'une exploitation est fortement dépendante des résultats d'exploitation, et plus particulièrement du bénéfice dégagé de l'activité dominante. On recourt fréquemment à l'Excédent Brut d'Exploitation (EBE) comme indicateur de la gestion économique de l'exploitation, abstraction faite des choix de l'éleveur en matière d'investissement (dotations aux amortissements) et de financement (charges et produits financiers). L'EBE est le résultat d'exploitation qui permettra de faire face aux charges financières, de maintenir l'outil de production, de faire vivre la famille mais aussi de parer aux différents aléas (sorte de marge de sécurité). L'EBE ramenée sur la production permet d'approcher le poids des charges variables et structurelles et ce qui reste pour financer l'exploitation (Figure II.3.8).

L'excédent brut d'exploitation représente près de 30% de la production nette. Il est le plus élevé pour les « exploitations à faible autonomie fourragère » (type 1), qui ont une gestion très prudente des charges, notamment des charges de structure. Mais il est le plus faible pour les exploitations sur pâturage (type 6), du fait de gros investissements sur les prairies naturelles. Les exploitations de type « Hors Sol » (type 4) arrivent à maintenir de bons ratios de rentabilité malgré les charges alimentaires qui pèsent sur l'exploitation.

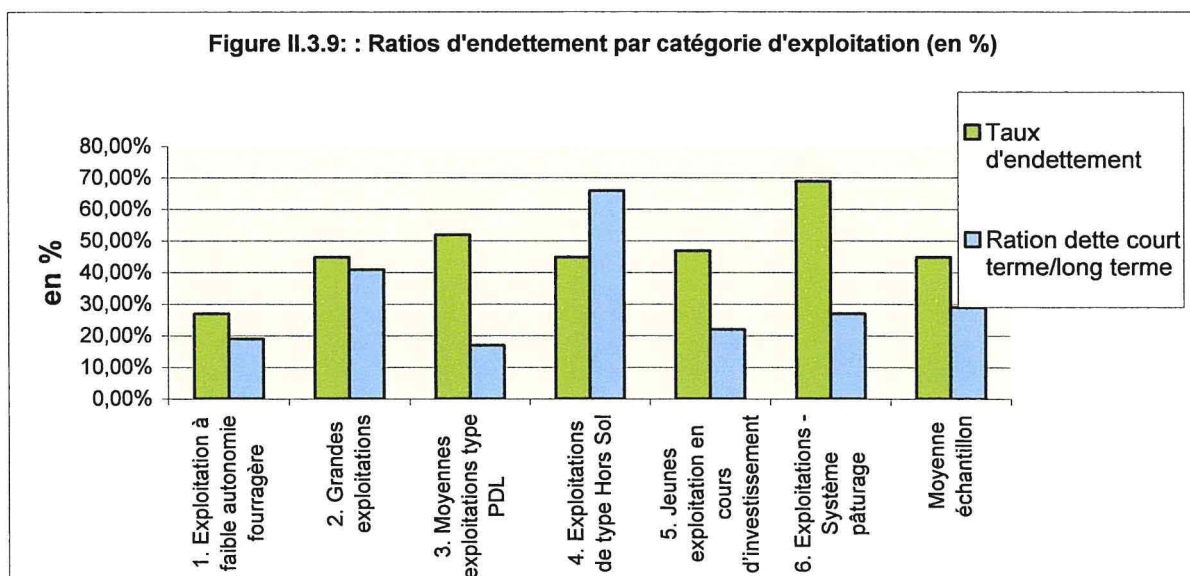


II.3.3. Solidité de l'exploitation et solvabilité

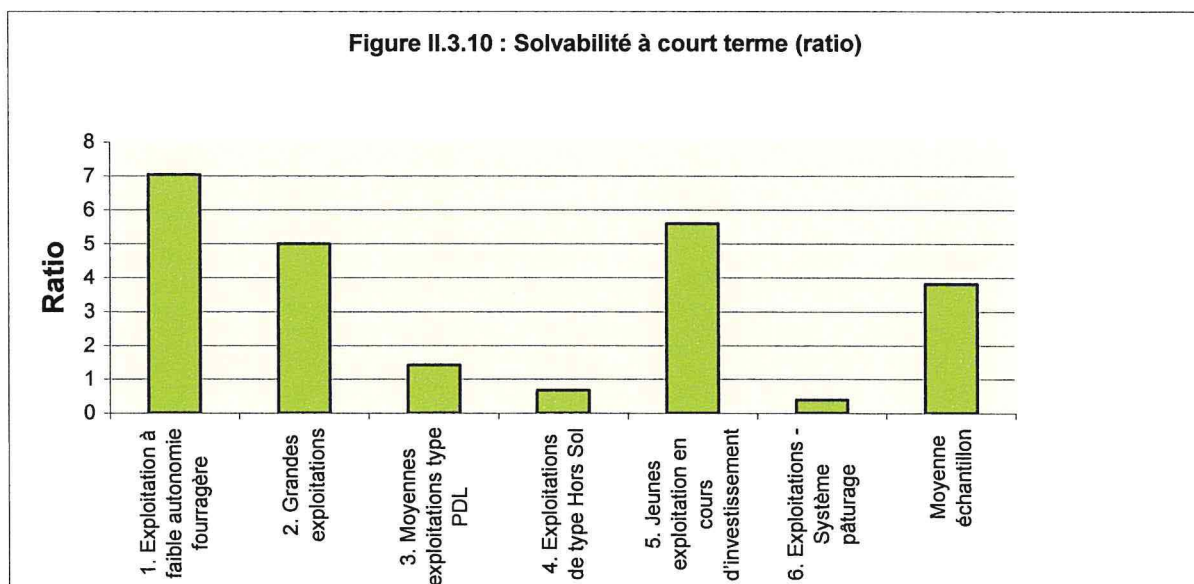
La solidité de l'exploitation va dépendre des sources de financement de l'entreprise agricole. Aussi le taux d'endettement qui est le rapport des dettes financières par rapport à l'ensemble des ressources (passif) permet d'approcher la dépendance ou indépendance financière de l'exploitation. La structure de l'endettement (court terme ou long terme) va jouer sur la capacité de l'exploitation à résister à des événements défavorables (problèmes d'élevage, mauvaise récolte) comme sur la capacité de l'exploitation à investir.

La solvabilité se mesure par le rapport entre le disponible monétaire à court terme et les crédits de court terme. Cet indicateur approche la crédibilité de l'exploitant auprès de ces fournisseurs alors que le fonds de roulement permet d'évaluer la santé financière à court terme de l'exploitation : 1) un fonds de roulement positif signifie que l'exploitant dégage un surplus après avoir remboursé ses dettes de court terme pour assurer un nouveau cycle de production : 2) un fonds de roulement négatif peut signifier plusieurs sources de dysfonctionnements : des prélèvements privés trop importants, une chute de la production, augmentation des charges courantes.

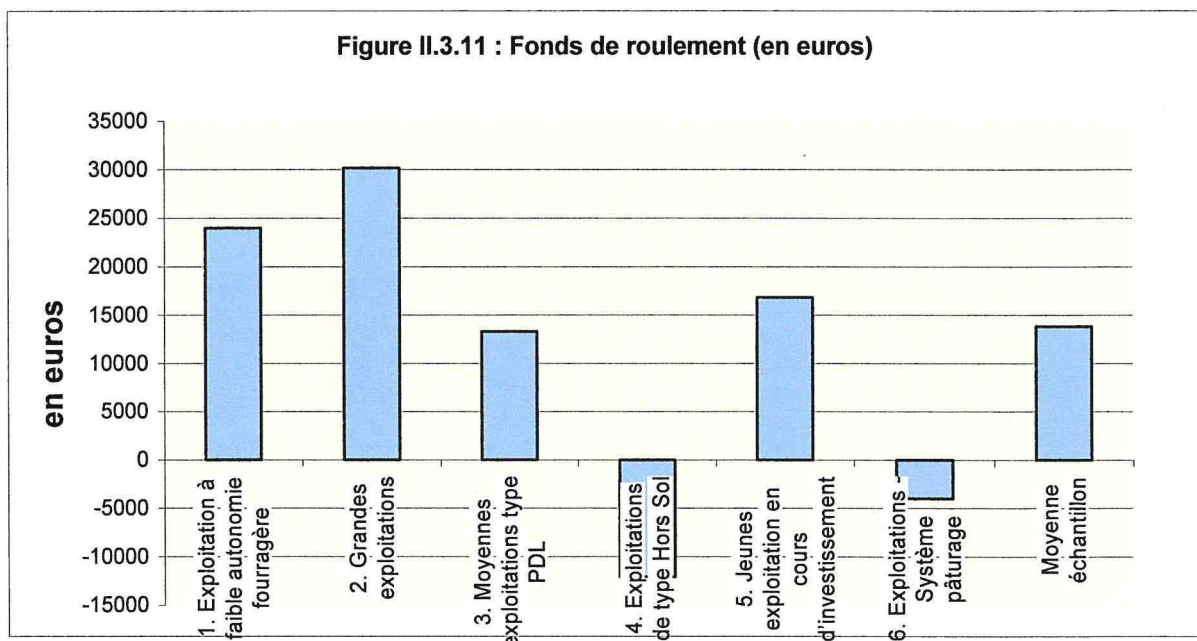
L'endettement total pour l'échantillon est proche de 45%, ce qui s'explique par la jeunesse de l'élevage sur l'île avec d'importants efforts de modernisation (Figure II.3.9). Il est majoritairement composé de dettes à moyen et long termes, à l'exception des exploitations « Hors sol » (type 4), qui empruntent essentiellement pour les achats d'aliments et de concentrés et qui ont très peu d'investissement sur les prairies. Ce sont les exploitations qui enregistrent les meilleurs taux de rentabilité qui ont une bonne stabilité financière avec un taux d'endettement voisin de 27%.



Le ratio de solvabilité est en moyenne de 3-4 et montre donc une relativement bonne crédibilité des exploitations pour faire face aux engagements de court terme (Figure II.3.10). Elle est particulièrement bonne pour les exploitations à faible autonomie fourragère (type 1), les grandes exploitations (type 2), mais aussi les jeunes exploitations en court d'investissement (type 5).



Fonds de roulement : La santé financière à court de l'activité est assurée pour l'ensemble des exploitations à l'exception des exploitations de type Hors sol (type 4) qui ont d'importantes dettes de court auprès des fournisseurs et des exploitations des hauts de l'Ouest qui dépendent pour une large part de l'approvisionnement extérieur (Figure II.3.10).



II.3.4. En résumé...

Le tableau II.3.1 est une synthèse des différents ratios d'évaluation de la rentabilité et solvabilité des exploitations à La Réunion.

Si l'ensemble des exploitations est solvable, ce sont les exploitations de type Hors sol et les exploitations des hauts de l'Ouest -qui enregistrent les plus fortes variations climatiques- qui sont les plus vulnérables à court terme. Mais à la différence des exploitations des hauts de l'Ouest dont 80% de l'endettement est du moyen/long terme, les exploitations de type Hors Sol ont une gestion de trésorerie très délicate à court terme pour faire face aux dépenses courantes.

On note aussi les bons résultats financiers des jeunes exploitations en cours d'investissement qui du fait de leur contrainte foncière progressent doucement sans mettre en péril l'état financier de l'exploitation.

Pour les « moyennes exploitations de type PDL » (type 3) qui ont investi rapidement depuis les 5 à 10 dernières années grâce aux Plans de Développement Laitier, une large part des résultats financiers, notamment un endettement élevé, devrait se réguler dans les années à venir avec la consolidation de l'appareil de production.

Tableau II.3.1 : Description des charges d'exploitation (en euros)

	2. Grandes exploitations	3. Exploitations moyennes De type PDL	6. Exploitations - Système pâturage	1. Exploitations à faible autonomie fourragère	5. Jeunes exploitations en cours d'investisse ment	4. Exploitations de type Hors Sol
Répartition des charges d'élevage/vache laitière						
Dépenses concentré	1 159 €	1 068 €	956 €	954 €	756 €	1 081 €
Dépenses alimentaires	117 €	137 €	138 €	106 €	42 €	442 €
Soins vétérinaires	42 €	65 €	51 €	118 €	78 €	285 €
Reproduction	45 €	40 €	11 €	30 €	10 €	24 €
Frais élevage	22 €	55 €	42 €	9 €	46 €	0 €
Produits défense	53 €	75 €	51 €	11 €	1 €	5 €
Assurance	39 €	61 €	53 €	28 €	66 €	72 €
Cotisation	156 €	248 €	140 €	147 €	26 €	205 €
Dépenses autres fournitures	180 €	669 €	67 €	58 €	46 €	89 €
Répartition des charges opérationnelles (en %)						
Charges élevage	73,4%	47,5%	85,4%	83,9%	45,9%	55,2%
Charges fourragères	7,6%	5,6%	5,4%	8,2%	15,6%	7,8%
Autres fournitures	7,5%	19,5%	4,0%	3,1%	1,0%	2,4%
Achat animaux	10,2%	16,3%	5,2%	4,8%	31,1%	34,7%
Autres charges	1,2%	11,2%	0,0%	0,0%	6,5%	0,0%
Total charges opérationnelles	134 616 €	143 182 €	55 025 €	44 452 €	50 001 €	38 032 €
Répartition des charges structurelles (en %)						
Salaire	37,9%	23,0%	17,0%	5,1%	0,0%	0,0%
Fermage	2,7%	1,4%	1,1%	3,3%	3,6%	0,0%
Carburant	12,2%	16,4%	5,6%	9,7%	4,2%	36,7%
Assurance	5,3%	11,9%	4,8%	26,2%	45,5%	34,7%
Eau & Electricité	4,0%	5,3%	5,0%	1,0%	0,0%	0,0%
Charges locatives	1,2%	8,3%	4,7%	0,0%	0,0%	0,0%
Autres	36,7%	33,6%	61,7%	54,6%	46,8%	28,6%
Total charges structurelles	56 564 €	33 654 €	22 491 €	13 317 €	10 622 €	7 002 €
<u>RATIOS</u>						
Charge opérationnelle/VL	2 244 €	3 492 €	1 720 €	1 646 €	2 174 €	3 803 €
Charge opérationnelle/UGB	1 662 €	2 922 €	1 448 €	1 270 €	1 724 €	2 926 €
Charge structurelle/VL	943 €	821 €	703 €	493 €	462 €	700 €
Charge structurelle/UGB	698 €	687 €	592 €	380 €	366 €	539 €
Charges alimentation/total charges opérationnelles	0,59	0,35	0,65	0,65	0,34	0,42
Dépenses concentré/alimentation	0,91	0,89	0,88	0,88	0,91	0,72
Charge concentré/vache	7604	7003	6270	6182	5027	7094
Charge fourrage/vache	768	897	905	792	348	2900

II.4. Approche spatiale et temporelle de l'évolution des exploitations - Quelques éléments méthodologiques

II.4.1. Problématique de l'étude des trajectoires à l'échelle de l'île

Approcher la capacité d'adaptation des exploitations laitières à des changements extérieurs nécessite de comprendre le mode de fonctionnement des exploitations mais aussi de les resituer dans un système dynamique. Ceci se justifie d'autant plus dans le contexte réunionnais que l'on a affaire à une activité d'élevage relativement jeune dont certains groupes sont en phase de développement rapide. Des premières hypothèses sur les trajectoires possibles des exploitations ont été élaborées à partir de la représentation graphique des exploitations (Figure II.4.1).

Les hypothèses élaborées concernaient essentiellement le groupe des petites exploitations en cours de constitution (notées 6d sur la figure II.4.1). Pour ces exploitations de moins de 25 vaches laitières et un foncier limité (moins de 5 hectares), trois trajectoires étaient envisageables : (H1) soit ces exploitations accèdent à de nouvelles terres en location et peuvent développer le modèle proposé par la SICA Lait (40 vaches laitières) (type 3), (H2) soit ces exploitations recherchent un équilibre financier en maintenant une productivité modérée et rejoignent le type 1 des exploitations à faible autonomie fourragère mais avec de très bons résultats économiques, (H3) soit ces exploitations augmentent leur troupeau sur ce foncier et rejoignent le groupe des exploitations Hors sol avec des problèmes de trésorerie à court terme important (type 1).

Pour les exploitations du type 1, certaines connaissent un équilibre financier qui pourrait être remis en cause suite à une augmentation du cheptel sur un espace de toute façon restreint. Si les grandes exploitations de plus de 55 V.L. ont atteint un certain stade de croisière, elles constituent un modèle pour les exploitations moyennes de 35 à 55 V.L. qui ont connu une croissance relativement rapide durant la décennie 90 grâce à la mise en place et au respect d'un Plan de Développement laitier. Dès lors, pour ces exploitations du groupe 3, une évolution normale devait se faire vers le groupe 2.

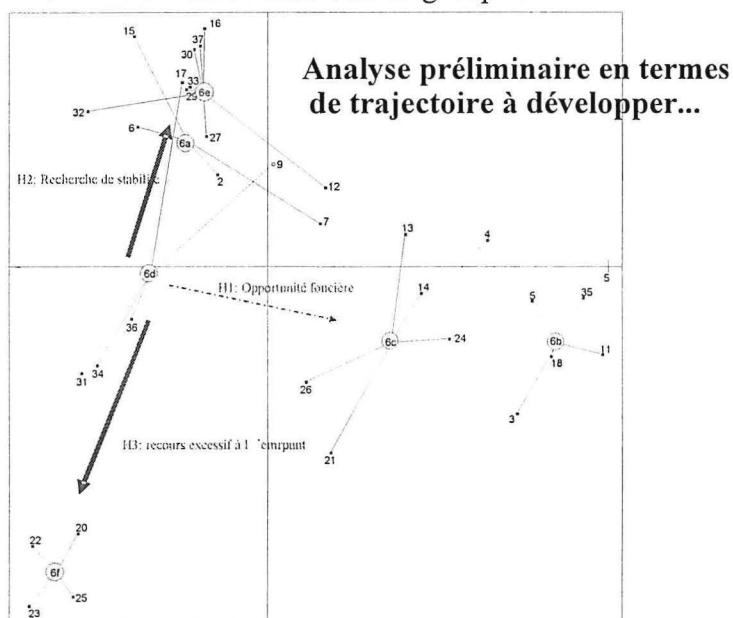


Figure II.4.1

Donc revisiter les exploitations en 2002 doit nous permettre en premier lieu d'analyser l'évolution des exploitations au cours des quatre dernières années (1999-2002). Ces évolutions pourront être confrontées dans un deuxième temps aux résultats du modèle dynamique pour vérifier la pertinence des prédictions du modèle.

Au cours de ce travail a été proposée l'extension de l'échantillon à de nouvelles exploitations laitières pour étudier la pertinence et la solidité des types d'exploitation, voire identifier de nouveaux types. Pour cela, il était prévu une enquête exhaustive auprès de l'ensemble des exploitations laitières. Cette enquête n'a pu se réaliser faute de temps. Mais entre temps une enquête réalisée par l'U-AFP auprès de 111 exploitations, ou plus précisément de l'ensemble des exploitations laitières à l'exception des Hauts de l'Ouest, a constitué une première approche régionale des exploitations laitières. A partir de ce travail et en collaboration avec l'U AFP et la SICA Lait, un travail de généralisation de la classification des exploitations a été entrepris à l'échelle de l'île grâce aux résultats de l'analyse factorielle conduite précédemment.

II.4.2. Extension de la classification à l'échelle régionale

Pour approcher la solidité des types, il nous faudrait théoriquement faire une enquête exhaustive auprès de l'ensemble de la population, suivie d'une typologie. Ainsi il serait possible de confirmer l'existence des types déjà définis et donc de tester leur solidité dans le temps et par ailleurs identifier des types intermédiaires ou de nouveaux types non représentés dans notre typologie. Cependant, une enquête exhaustive demande du temps. Si cette enquête serait raisonnablement envisageable à La Réunion du fait de la taille de la population concernée (150 exploitations), elle est loin d'être une approche facile pour d'autres régions. Ainsi des travaux importants sur les approches de classification ont été conduits depuis les années 90 pour rendre ces typologies plus opérationnelles aux agents du développement et notamment prendre en compte la diversité régionale sans enquête lourde. Il s'agit notamment des travaux de Perrot et Landais (1993). Ces auteurs ont développé une méthode sur la base de la définition de types fictifs, tels que les experts du développement se représentent la diversité des exploitations. Pour chaque type fictif, sont définis des critères. Aussi la méthode de classification consiste à calculer des coefficients de ressemblance pour chaque exploitation par rapport à chaque type fictif. Ainsi les exploitants ayant un coefficient de ressemblance élevé pour un type donné sont affectés à ce type. Les exploitations qui enregistrent des coefficients voisins pour deux groupes peuvent créer à elles seules un nouveau type intermédiaire. Pour les exploitations ayant de faibles coefficients de ressemblance pour l'ensemble de ces types, il s'agit de voir si ces exploitations représentent un nouveau type par rapport à ceux prédéfinis.

Aussi on est parti sur le principe de cette méthode pour classer l'ensemble des exploitations enquêtées en 2003 par l'U-AFP à la demande de la SICA Lait. Cette enquête a porté sur 111 exploitations réparties dans les principales zones d'élevage laitier de La Réunion, à l'exception des Hauts de l'Ouest. Les types choisis sont les types définis par l'analyse K tableau conduite en 2000, qui ont été discutés et validés avec et par la coopérative. Si la typologie fonctionnelle met en évidence des types définis par des critères structurels, fonctionnels et socio-économiques, l'enquête réalisée par l'U-AFP concerne essentiellement les caractéristiques structurelles de l'exploitation et l'approche de quelques modes de fonctionnement relatifs à la conduite des prairies. Donc pour choisir les critères de chaque type, on a pris les variables structurelles et fonctionnelles existantes dans l'enquête U-AFP et

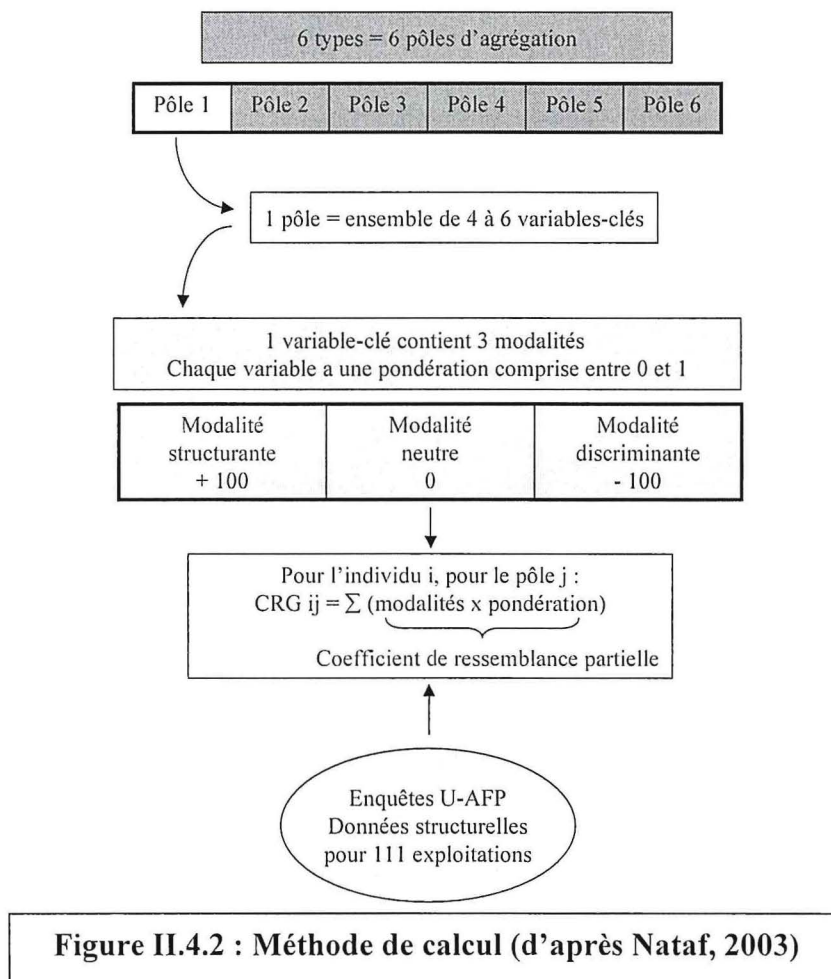
qui sont les plus significatives pour chaque type défini en 2000. Ainsi ont été définis des profils simplifiés des 6 types d'exploitation identifiés (Annexe A).

Pour chaque modalité des variables, est affecté un poids : +100 lorsque la modalité décrit le mieux le type (par exemple +100 lorsque la taille du cheptel excède 55 V.L. pour les grandes exploitations) ; 0 lorsque la modalité décrit moins bien le type (par ex : 0 lorsque la taille du cheptel est comprise entre 35 et 55 V.L. pour les grandes exploitations) ; et enfin -100 lorsque la modalité décrit très mal le type (par ex -100 lorsque la taille du cheptel n'excède pas 35 V.L. pour les grandes exploitations). On parlera alors de modalité inclusive (+100), neutre (0) et exclusive (-100). Ensuite pour chaque variable on affecte une pondération de 0 à 1 en fonction de son poids dans la définition du type ; ce poids étant approché à partir des résultats de la classification ascendante hiérarchique. Le coefficient de ressemblance ($CR_{i,j}$) de l'exploitation i pour le type j est calculé comme suit :

$$CR_{i,j} = \sum_k p_{k,j} X_{k,i,j}$$

avec : $p_{k,j}$: le poids de la variable k pour le type j et $X_{i,j,k}$ la valeur de la variable j pour l'exploitation i par rapport à la variable k (qui a une valeur de +100, 0 ou -100).

Ces CR ramenés à 100 nous donne pour chaque exploitation son degré de ressemblance au type. Une exploitation qui a un coefficient de 100% pour un type donné représente le mieux ce type et va donc appartenir à ce type. Une exploitation qui a un CR négatif est généralement très éloignée de ce type. La méthode de calcul est reprise dans la figure II.4.2.



Le tableau II.4.1 présente de manière synthétique le classement des 111 exploitations enquêtées par l'U-AFP.

Tableau II.4.1 : Classement des exploitations par type à partir de la méthode des ressemblances

Type	Nombre d'individus	Pourcentage
Appartenance à un seul type (CR > 50%)	58	52.3 %
Appartenance à deux types (CR > 50% pour deux types)	35	31.5 %
Exploitations mal classées (30% < CR < 50%)	15	13.5 %
Hors typologie	3	2.7 %
Classement*		
Type 1	17	15.7 %
Type 2	10	9.3 %
Type 3	36	33.3 %
Type 4	16	14.8 %
Type 5	23	21.3 %
Type 6	6	5.5 %
Total	108	100 %

Ces premiers résultats montrent que près de la moitié des exploitations sont bien classées, un tiers est bien défini par deux types, 15% sont mal définis et les 3% restants sont pas du tout représentés par les types existants. Le tableau II.4.2 permet d'approcher le cas des exploitations appartenant à deux types ou mal classées sur un seul type.

Tableau II.4.2 : Etude des exploitations se situant entre deux types

Type	Exploitations mal classées (CR < 50%)		Exploitations classées sur deux types avec une dominance pour un groupe		
	Nb exploitations	Raisons	Nb exploitations	Deuxième type où CR > 50%	Raisons
Type 1			13 exploitations	Type 5	Exploitations ayant un mode de fonctionnement sur fauche ensilage de prairies d'espèces tempérées avec de bons résultats financiers
Type 2			13 exploitations	Type 3	Exploitations ayant soit un troupeau compris entre 35 et 55 V.L. soit une surface de moins de 25 ha
Type 3	4 exploitations	Faible chargement	11 exploitations	Type 5	Cheptel inférieur à 35 V.L.
Type 4	1 exploitation	Effectif V.L. élevé (40)	4 exploitations	Type 5	Chargement élevé par une structure proche de 5
Type 5	2 exploitations	Chargement élevé proche du type 4	1 exploitation	Type 6	Chargement faible
Type 6	1 exploitation	Système fauche			

A partir du tableau II.4.2, il est possible d'imaginer des trajectoires entre différents groupes suivant l'évolution du troupeau et du foncier principalement. Ainsi entre les groupes 2 et 3 des moyennes et grandes exploitations, il existe un groupe intermédiaire avec généralement un cheptel (voisin de 50 V.L.) à la frontière entre les deux groupes.

Il existe également un groupe intermédiaire entre le groupe 5 et le groupe 3, qui représente les exploitations en cours de capitalisation qui n'ont pas complètement atteint la taille du groupe 3.

Il existe aussi des liens étroits entre les groupes 1 et 5 qui se différencient principalement par les modes de gestion des prairies. Cependant une différence du groupe 1 par rapport au groupe 5 est son niveau de rentabilité économique, notamment un taux de rentabilité brute d'exploitation de plus de 35%. Or ce critère n'apparaît pas ici ce qui explique un fort rapprochement entre ces deux groupes.

On note également des liens entre le groupe 4 des exploitations hors sol et le groupe 5. En effet, certaines exploitations par le biais de la capitalisation dans le cadre d'un PDL se sont vite rapprochées du groupe 4 n'ayant pas le foncier nécessaire pour rejoindre le type 5.

En résumé, les différents groupes intermédiaires confirment les trois possibilités d'évolution du groupe 5 des jeunes exploitations.

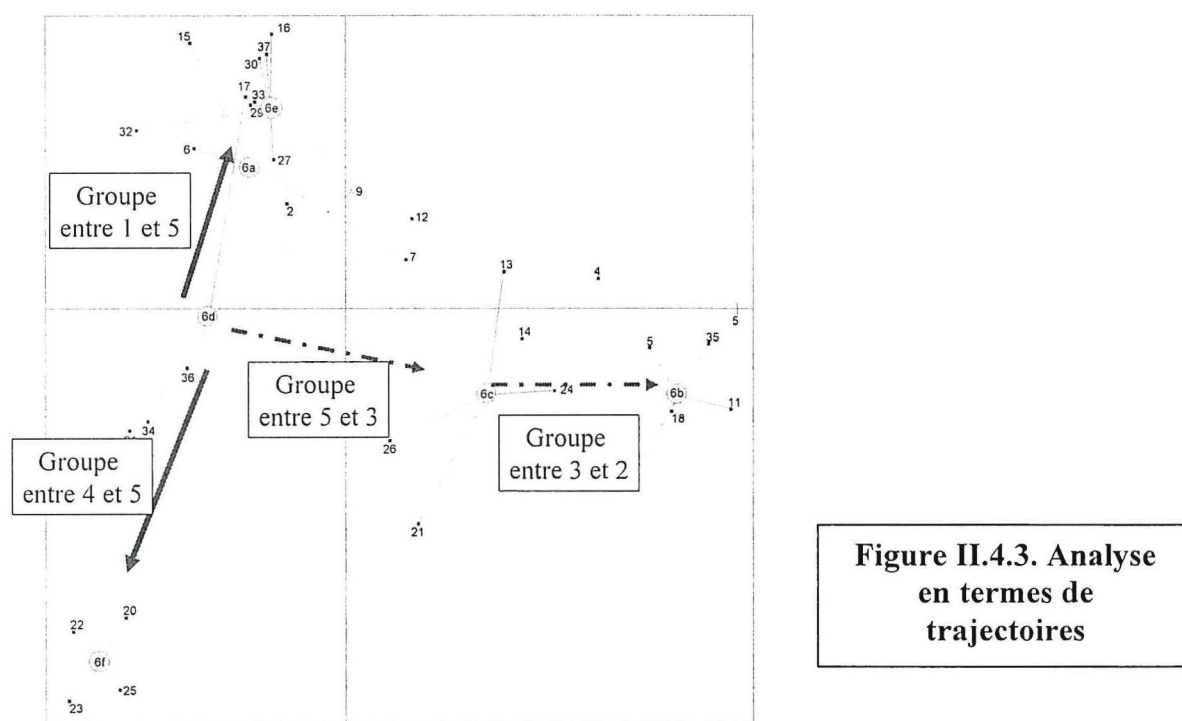


Figure II.4.3. Analyse en termes de trajectoires

A partir de la méthode de ressemblance, il devient dès lors relativement facile de classer les exploitations. En croisant la classification obtenue par la méthode des ressemblances et une classification réalisée à dire d'expert (sur la base de l'affectation d'une exploitation à un type par un expert de la filière), il apparaît que 73% des exploitations se retrouvent soit dans la même classe (44%) soit dans les classes intermédiaires pré-identifiées (29%) (Tableau II.4.3).

Tableau II.4.3 : Etude comparée des méthodes de classement : méthode des ressemblance et méthode à dire d'expert

Classement expert							
Méthode ressemblance	1	2	3	4	5	6	7
1	14			1	2		
2	1	7	2				
3	6	5	9	4	7	1	
4	6			5	5		
5	3		2	5	10	1	1
6	4		1		1		
Total	34	12	14	15	25	2	1

En croisant les différentes analyses, on peut dire que les 6 types identifiés en 2000 représentent bien 50% environ de la population des éleveurs de l'île, ce qui peut paraître peu pour passer à un modèle régional. Cependant il faut nuancer ces résultats du fait de différents facteurs, dont la description des types fictifs dans l'analyse des ressemblances. On a utilisé des critères communs à l'enquête de l'U-AFP et aux critères de classification des types dans l'analyse factorielle. Dès lors, certains critères discriminants de l'analyse factorielle ne peuvent être pris en compte dans la méthode des ressemblances. Ceci crée des ambiguïtés notamment avec le type 1 qui se caractérise par de bons résultats économiques, notamment un taux de rentabilité brute d'exploitation élevé.

Le choix des variables a aussi tendance à surestimer les caractéristiques structurelles des types au détriment des caractéristiques discriminantes liées au fonctionnement, qui distinguent notamment les groupes 4 et 5 et au mode de gestion économique de l'exploitation, qui distingue les groupes 5 et 1.

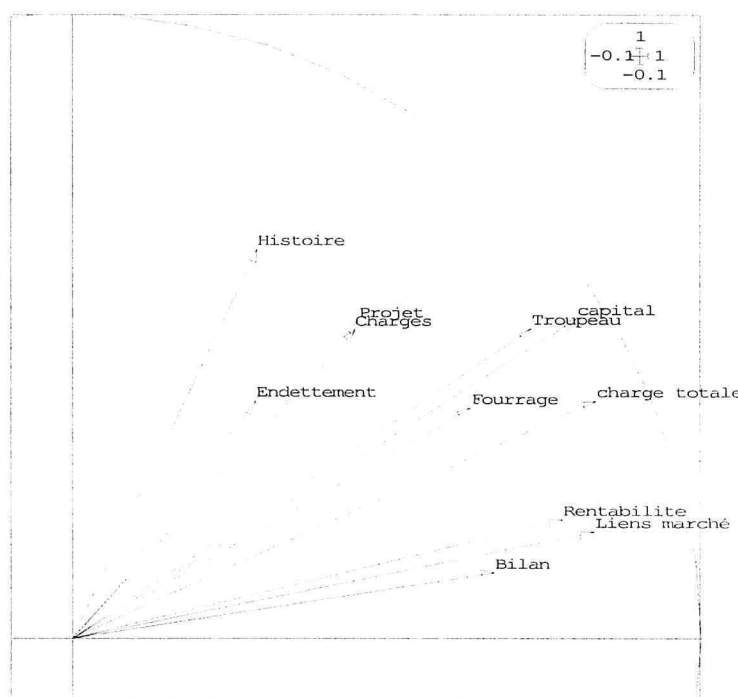
Toutefois la méthode des ressemblances apparaît relativement conviviale et pourrait être un outil intéressant pour le classement de l'ensemble des exploitations sans recours aux méthodes factorielles, plus fastidieuses. Mais ceci demande toutefois une enquête légère auprès de l'ensemble de la population, contenant un minimum de 4 variables économiques et financières.

II.4.3. Approche de la solidité des types d'exploitation identifiés en 2000

A partir d'une enquête auprès de 24 exploitations dont 12 enquêtées en 2000 et 12 nouvelles exploitations réparties dans chaque groupe, on se propose de réaliser une typologie pour tester d'une part la solidité des types définis en 2000 (retrouve-t-on les mêmes types ?) et voir si les exploitations choisies dans chaque type par la méthode des ressemblances se retrouvent dans les types définis par la méthode factorielle. Pour cela on se propose de refaire pour les données collectées en 2002 auprès des 24 exploitations une analyse K-tableaux basée sur les mêmes variables et les mêmes thèmes identifiés en 2000.

La projection conjointe des thèmes sur le plan factoriel 1-2 (figure II.4.4.) permet d'apprécier la contribution de chaque thème dans la construction des axes du plan factoriel commun (8 axes : 57.33% de l'inertie totale).

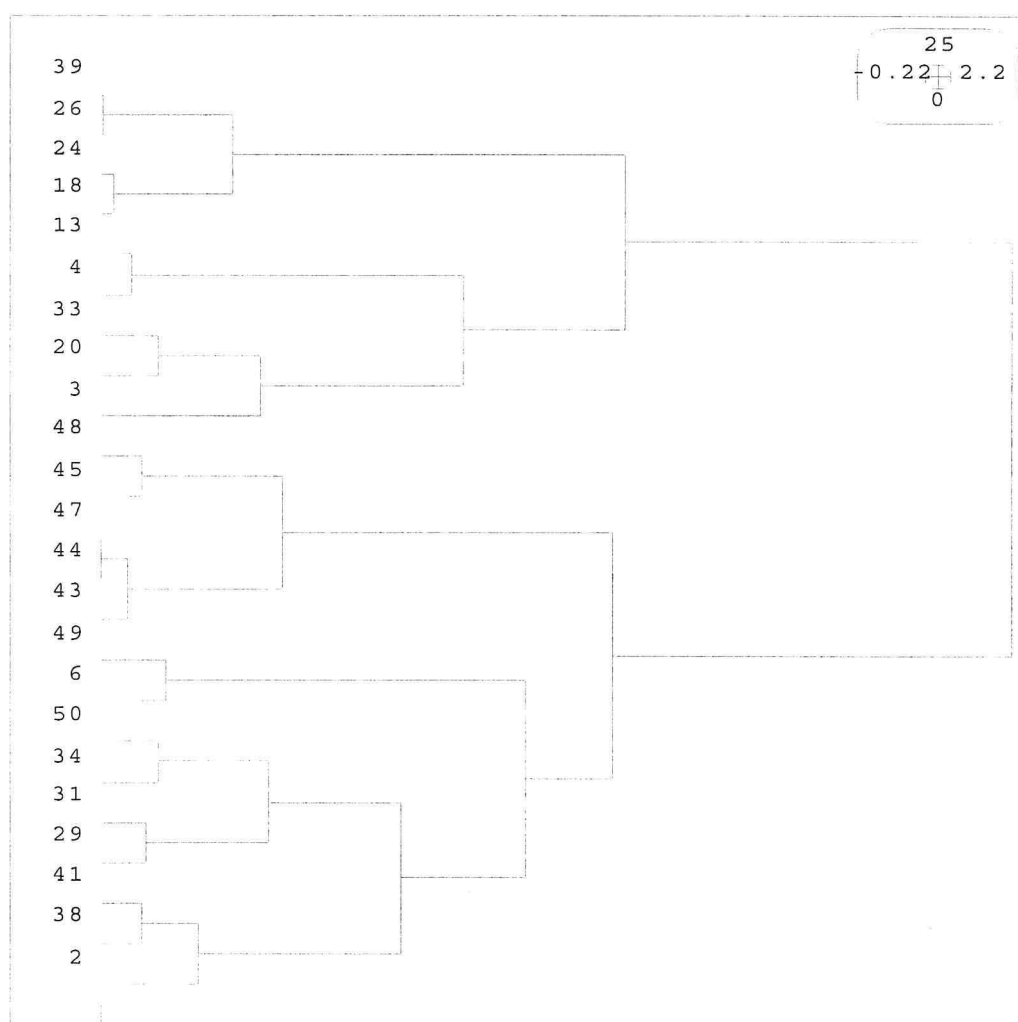
Figure II.4.4 :
Contribution des K-
Tableaux à la définition
du plan factoriel 1-2



Cette projection des points moyens confirme le caractère discriminant du « capital » sur le plan factoriel 1*2 qui permet de différencier d'un point de vue structurel les exploitations. L'axe 1 permet de différencier les exploitations selon le volume des transactions et des charges (fortement corrélé à la taille de l'exploitation) alors que l'axe 2 différencie les exploitations selon leur histoire qui va conditionner une partie de leur solidité économique et financière. L'analyse des axes factoriels par la projection des variables permet d'affiner la description de notre échantillon.

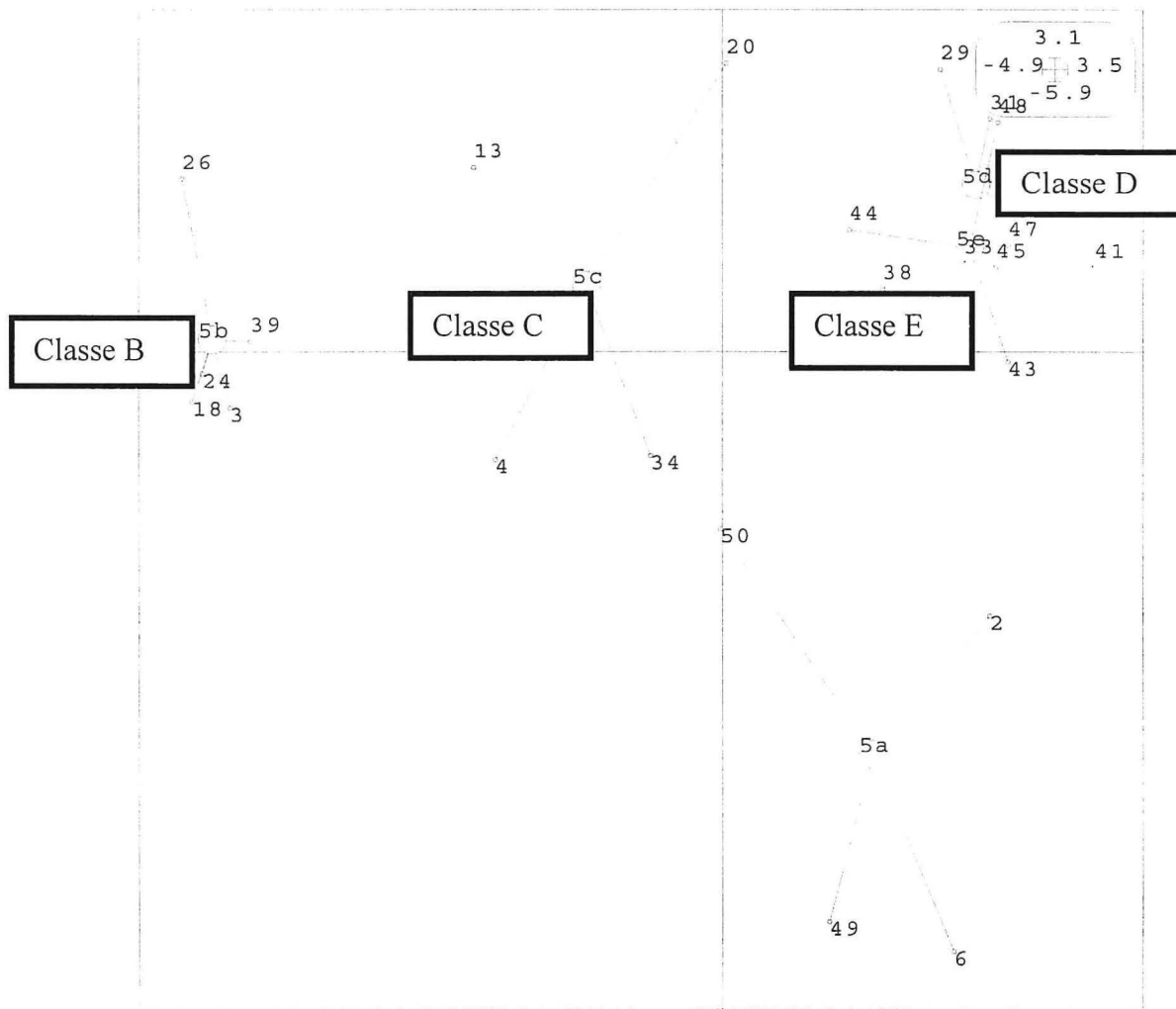
Sur la base de l'analyse factorielle, on se propose de réaliser une classification ascendante hiérarchique de notre population sur les 3 premiers axes qui explique 29% de l'inertie du tableau de départ.

Figure II.4.5: Dendogramme



Pour éviter des classes ayant un effectif de 2 exploitations, on se propose de choisir la classification en 5 classes qui sont représentées sur la figure II.4.6.

Figure II.4.6 : Typologie des 24 exploitations enquêtées en 2002



On se propose de retracer brièvement les caractéristiques de chaque classe et de voir les liens avec les types définis en 2000.

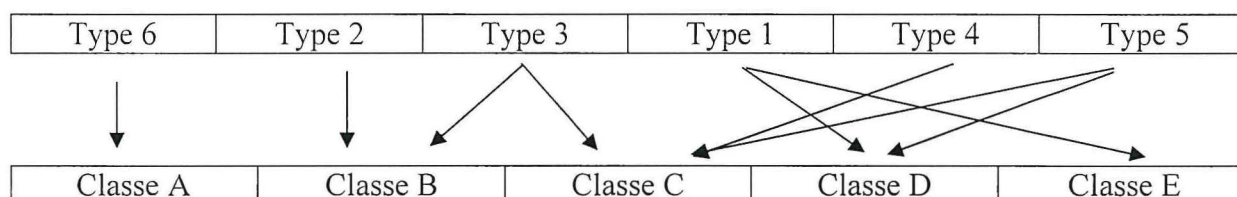
- 1) La classe A regroupe principalement les exploitations des hauts de l'Ouest qui se sont installées dans les années quatre vingt. Ces exploitations comptent un troupeau moyen de 30 à 40 UGB, élevés en grande majorité sur pâturage. Si la consommation de concentrés dans la ration moyenne des VL reste inférieure à 760 euros/vache, le taux d'endettement à court reste relativement élevé (de plus de 30 000 euro/an). → la classe A recouvre essentiellement les exploitations du type 6.
- 2) La classe B regroupe les grandes exploitations de plus de 55 vaches laitières dont plus de 15 vaches laitières en première lactation. Ces exploitations élèvent près de 20 génisses. Elles sont basées sur un système mixte ensilage et pâturage et leur superficie couvre plus de 25 hectares. → la classe B regroupe les exploitations du type 2.
- 3) La classe C regroupe les exploitations qui comptent un troupeau de 35 à 55 vaches laitières, élevées principalement sur des prairies fauchées et ensilées → cette classe regroupe les exploitations du type 3 qui ont connu une forte croissance au cours de la décennie 90.

- 4) La classe D regroupe les exploitations de la Plaine des Grègues et de St Joseph basées principalement sur un système de récolte en vert. Ces exploitations comptent autour de 30 à 35 vaches laitières et ont développé récemment un petit élevage de génisses (5-10). Elles enregistrent les meilleurs taux de rentabilité brute, supérieurs à 35% → cette classe regroupe les exploitations du type 1.
- 5) La classe E regroupe les petites exploitations de moins de 30 UGB avec des taux de chargement, supérieurs à 5 UGB/ha. Les coûts de concentrés par vache sont variables mais restent inférieurs à 1100 euros/VL → on retrouve principalement les exploitations des types 4 et 5 qui connaissent une forte contrainte foncière.

Dès lors à l'exception des types 4 et 5 qui se situaient déjà dans une position fortement instable en 2000, on peut noter la stabilité des types 2 (grandes exploitations), 3 (moyennes exploitations qui ont bénéficié d'un PDL dans la décennie 90), 1 (exploitations moyennes à faible autonomie fourragère mais bonne performance économique) et 6 (exploitations sur pâturage).

Une analyse du classement comparée des exploitations en 2000 et 2002 permet d'affiner la variabilité inter groupe (Figure II.4.7). Les trois exploitations du type 2 se retrouvent bien dans la classe B. Par contre sur les trois exploitations du type 3, une s'est affiliée à la classe B du fait de l'augmentation du cheptel. Les deux exploitations du type 5 ont chacune évoluées : une a rejoint la classe C du fait de l'augmentation importante du cheptel alors que la deuxième a rejoint la classe D par une stabilisation de ces dépenses. On compte une seule exploitation dans le type 4 qui a rejoint la classe C par accroissement du cheptel. Sur les deux exploitations du type 1, l'une a rejoint la classe E par fragilisation de son équilibre recettes/dépenses. Enfin le type 6 est resté très stable et se retrouve dans la classe A.

Figure II.4.7 : Mouvements des exploitations entre la typologie 2000 et la typologie 2002



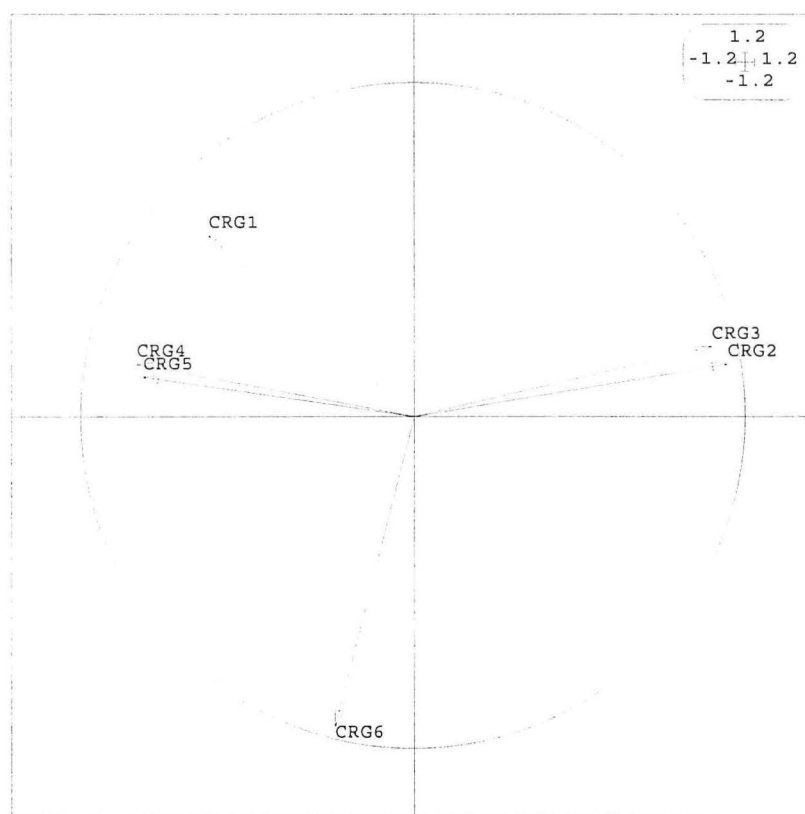
II.4.4. Approche de la trajectoire des exploitations entre 1999 et 2002

Pour étudier la dynamique des individus entre les deux dates, on se propose d'utiliser les coefficients de ressemblance calculés en 1999 et 2002. Ainsi la méthode de calcul des coefficients de ressemblance permettra de mesurer l'écartement ou le rapprochement au type. Cependant, avant on se propose de redéfinir les profils types et d'affiner leur description à l'aide des données relevées sur le fonctionnement de la gestion économique de l'exploitation. Dans le choix des variables pour chaque type on fera attention de n'utiliser que des ratios déjà calculés et faciles d'accès pour les agents de la filière comme le taux de rentabilité brute d'exploitation, le taux d'endettement, la part des dettes de court terme et la marge brute d'élevage. Ainsi les profils sont décrits en annexe B.

Les coefficients de ressemblance sont calculés sur les 13 individus de la base des données 1999 et 2002. Pour visualiser la trajectoire d'une exploitation, on projette sur le plan factoriel défini par les CR en 1999, l'image de ces individus en 2002 en tant qu'individus supplémentaires. On la relie alors à son image obtenue en 1999, qui joue ainsi le rôle d'individu actif (Perrot, 1995). La variation des coefficients de ressemblance entraîne un déplacement de l'image de l'exploitation dans le plan factoriel, qu'elle ait changé de type ou non. La longueur du vecteur représente sa trajectoire. Ainsi, ce vecteur est d'autant plus grand que les variations du CRG, et donc que les évolutions structurelle, technique et/ou économique seront importantes.

Tout d'abord la projection des variables sur le plan factoriel 1*2 (78% de l'inertie) reflète bien les liens étroits (voir de filiation) entre les groupes 2 et 3 et les groupes 4 et 5 (Figure II.4.8). On note de nouveau la position particulière du groupe 6 en raison du mode d'affouragement sur pâturage.

Figure II.4.8 : Cercle des corrélations des CR sur le plan factoriel 1*2



La figure II.4.9 est la projection des individus en 1999 et leur trajectoire (sens de la flèche) en 2002.

Conclusion

La dernière représentation des trajectoires des exploitations donne une représentation relativement fidèle de l'évolution des exploitations étudiées. Cependant il est difficile de généraliser l'analyse à l'ensemble de la filière.

Un certain nombre d'étapes intermédiaires sont nécessaires pour achever cette analyse :

- 1) Les profils types définis (Annexe B) représentent relativement bien les types qui ont été définis en 1999. Donc avec moins de 12 variables on pourrait avoir une bonne classification des exploitations. Cependant il faudrait dans un premier temps approfondir la question des exploitations intermédiaires entre deux groupes et des exploitations mal ou pas classées. Définir pour ces exploitations des profils types si besoin.
- 2) Réaliser une enquête exhaustive légère sur l'ensemble des exploitations (qui peut compter moins d'une quinzaine de question)
- 3) Suivre ces exploitations dans le temps.

Ces premiers résultats nous ont permis de tester la pertinence des groupes qui se retrouvent bien dans les différentes étapes de l'analyse mais aussi de détecter des étapes transitoires. Les questions que l'on peut se poser c'est la durée de ces états transitoires (faut il définir des types intermédiaires ?) et si à partir de cette transition d'autres cheminements pourraient se dessiner. Plus concrètement nombre d'exploitations du groupe 5 des petites exploitations ont bénéficié d'un PDL au début de l'année 2000-2001, ce qui explique une certaine évolution vers le groupe 3. Cependant, compte tenu de la contrainte foncière, ces trajectoires risquent de bifurquer pour former un nouveau type qui serait ni le type 4 des exploitations hors sol ni le type 1. Pour résumé, si les tendances supposées en 2000 se confirment, on ne peut exclure des bifurcations. Peut-être des enquêtes approfondies auprès des exploitations non classables nous permettraient de détecter ces nouvelles trajectoires.

-III-

CONSTRUCTION D'UN OUTIL D'AIDE A LA DECISION

Prévoir, anticiper a toujours été au cœur de la réflexion de tout économiste. Quel impact aura le changement des prix des produits sur les producteurs, les entrepreneurs ? Quelles seront les répercussions sur la consommation, l'emploi, les ressources de la région ou du pays ? En économie agricole, la question de l'impact de changements économiques ou politiques posent des interrogations sur le comportement des agents face à un changement extérieur, la formation des revenus des agriculteurs, et plus précisément des ménages en milieu rural, sur l'offre agricole, sur les prix des produits comme le marché des intrants.

Aujourd'hui, l'approche par la modélisation des systèmes agricoles s'inscrit donc dans deux objectifs : 1. comprendre le fonctionnement des systèmes d'exploitation et plus particulièrement le processus de décision des producteurs compte tenu de leurs objectifs et des contraintes à la fois techniques et bio-physiques du milieu et les contraintes socio-économiques ; 2. ajuster le conseil ou les mesures d'accompagnement en fonction de la diversité des systèmes d'exploitation.

III.1. Choix de l'approche de modélisation

Il existe plusieurs approches de modélisation pour prédire les changements de comportements et de techniques de production engendrées par une modification de la politique publique ou de la structure des prix et des aides. Classiquement, les économistes recourent aux simulateurs de prévision, établis à dire d'experts. A côté, il existe deux grandes familles de modélisation dynamique : les modèles économétriques avec estimation directe d'une fonction de production et les modèles mathématiques.

Les méthodes classiques de mesure des effets micro-économiques de politique publique basées sur les simulateurs de prévision permettent d'apprécier d'une part les effets en terme de revenu, à structure constante, sur les grands types d'exploitation, et d'autre part les réactions adaptatives des exploitations, anticipées à partir des estimations d'experts (EBD, QV) en relation avec les exploitants. Dans ce type d'approche, la mesure des effets est réalisée sur des « cas-types » ou « exploitations-types », identifiés par les conseillers d'élevage à partir d'une analyse des logiques de fonctionnement des exploitations. Il s'agit donc d'exploitations fictives, construites à partir de plusieurs exploitations réelles. Les critères les plus courants sont les critères structurels (taille, main-d'œuvre disponible, système de production, surfaces fourragères, etc.) et fonctionnels comme le niveau d'intensification, les choix techniques au niveau de la gestion du cheptel ou de l'alimentation.

Généralement la construction des cas-type repose sur les données de suivi d'exploitations (données structurelles et économiques) mais aussi sur les appréciations des experts. Les cas-type résultent donc d'un processus intuitif et empirique, qui est systématisé ou validé sur la base des données technico-économiques collectées auprès des exploitants.

Les outils de simulation sont variés : certains mesurent les effets de changement de prix des intrants, du matériel d'équipement ou des produits sur les résultats économiques de l'exploitation (modèle QV, ANAIS) ; d'autres permettent de vérifier *a posteriori* l'intérêt économique de propositions techniques. Par exemple, le logiciel EBD-Système permet dans un premier temps de faire l'adéquation entre les besoins du troupeau et les disponibilités en surfaces et d'évaluer dans un deuxième temps la faisabilité et la viabilité économique. Dans les deux cas, il s'agit d'avantage de calculateurs sans objectif d'optimisation économique.

Si ces outils ont l'avantage d'être conviviaux et faciles d'utilisation par les agents du développement, ils ne permettent pas de simuler les changements endogènes qui s'opèrent entre les activités ou les choix techniques à l'intérieur des exploitations pour répondre à un changement extérieur. L'inconvénient majeur de ce type de modèle est qu'ils sont déterministes et statiques.

L'approche économétrique qui consiste à utiliser un échantillon pour déterminer les paramètres d'une fonction de production se base généralement sur des formes de fonction de production définies. Les formes analytiques les plus couramment utilisées sont la fonction Cobb Douglas (élasticité de substitution égale à 1), la CES (élasticité de substitution constante) ou la Translog (combinaisons variant de la substituabilité totale à la complémentarité totale). Cette démarche, fondée sur l'emploi conjugué de l'inférence statistique et de la forme analytique prédéterminée, est vue comme un système de relation entre des variables qui, pour certaines d'entre elles, sont aléatoires et qu'il s'agit de préciser à la lumière d'observations. Toutefois, l'utilisation de ces méthodes se heurte à quelques limites à savoir :

- ❶ Faire la prévision pour le futur en utilisant des fonctions de production obtenues à partir d'une "trituration" statistique de séries chronologiques est très problématique. En effet, les rapports inputs/outputs obtenus avec les données du passé ne pourront jamais nous permettre d'établir de bonnes prévisions pour le futur, surtout si les prix relatifs entre inputs, et/ou inputs et produits changent considérablement. Ceci affecte évidemment les taux de substitution de la fonction, qui peut être très vite dépassée (Flichman, 1997).
- ❷ Le nombre limité d'observations dans l'échantillonnage et leur caractère aléatoire peuvent empêcher l'estimation des paramètres de fonction de production surtout dans le cas de certaines formes analytiques. En effet, les essais expérimentaux restent toujours très réducteurs pour estimer ces paramètres.
- ❸ En faisant appel à l'inférence statistique, on oblige le modélisateur à synthétiser l'information pour ne pas être contraint par le nombre de degrés de liberté du modèle, or ces agrégations supposent que l'on connaisse les fonctions de productions sous-jacentes permettant d'obtenir les optima techniques.

Les limites de ces deux démarches nous ont conduit à choisir une troisième méthodologie basée sur la programmation mathématique et privilégiant le concept de frontières de possibilité de production en milieu contraignant. L'avantage de la modélisation mathématique est d'identifier et d'expliquer les déterminants de l'équilibre des productions sur les exploitations ainsi que d'anticiper l'évolution de cet équilibre, suite à des scénarii de réforme des politiques agricoles. La programmation mathématique permet d'envisager des évolutions dynamiques des exploitations et d'explicitier les interactions entre différentes exploitations ou entre exploitations et milieu institutionnel (dans le milieu institutionnel, est prise en compte la nature des marchés).

Il s'agit donc d'un outil de modélisation des systèmes technico-économiques à partir d'un processus de décision rationnel et de prévision des comportements des exploitants à l'optimum. Sa capacité de représentation des adaptations des systèmes est définie par l'ensemble des alternatives techniques introduites dans la matrice de départ. Elle permet d'effectuer une optimisation économique du système d'exploitation, à partir des données introduites (niveaux de prix, charges, primes, itinéraires techniques), sous l'effet de différentes contraintes techniques, sociales ou de gestion des flux de trésorerie ou accès au crédit. Elle donne en plus des indications sur les coûts d'opportunité des facteurs de production et des différentes activités dans l'exploitation.

Cet outil permet donc à la fois d'avoir une meilleure compréhension du système technico-économique des exploitations dans une zone donnée et d'anticiper les adaptations des exploitations à des changements extérieurs qu'ils soient d'ordre économique, social ou technique, et pourrait de ce fait répondre à la demande des partenaires. En outre, il est complémentaire à l'outil de simulation à structure constante que souhaite développer l'EDE.

Ce type d'outil a déjà été testé dans de nombreuses économies agricoles des pays développés comme en voie de développement (Barbier, 1998 ; Deybe, 1994, 1998 ; Alary, 1996, 2002). Cependant, dans le cadre de La Réunion, l'enjeu de la recherche sera de mettre en place et d'explicitier une méthodologie pour la programmation qui soit validée par les experts et utilisable comme outil de compréhension des évolutions ou de la dynamique des exploitation face à des changements extérieurs.

III.2. Description globale du modèle : Hypothèses et Structure

III.2.1. Un peu d'histoire...

Ce type de modèle -utilisé à l'origine dans le secteur militaire pour programmer les besoins en matériel en fonction d'un objectif de minimisation des coûts (Benoît Cattin, 1996) dans les années 50- a été très vite utilisé dans de nombreux secteurs de l'économie (finance, système d'assurance, entreprise) pour approcher l'allocation optimale des ressources en fonction d'un objectif soit de minimisation (minimiser les coûts de l'entreprise, minimiser les effets d'externalités négatives comme la pollution, etc.) soit de maximisation (maximiser le profit de l'entreprise, le bien-être des ouvriers, l'offre).

Les premiers modèles intégrés en agriculture ont été construits dès les années 60. L'objectif était de conseiller les exploitations : quelle est la meilleure allocation de la terre pour maximiser le revenu ou minimiser les coûts de production ? Mais très vite, les écarts entre les résultats de simulation et les décisions des producteurs ont conduit à utiliser ce type d'approche pour comprendre le fonctionnement des exploitations. Il ne s'agissait plus de conseiller mais de comprendre les décisions des agents. Ainsi, ces modèles ont été utilisés pour comprendre les décisions des producteurs soumis à un ensemble d'incertitude à la fois climatiques, techniques et économiques, pour analyser les écarts entre les effets attendus de mesures politiques et les décisions des producteurs. Ainsi on est passé d'une approche normative à une approche positive.

Les premières applications dans le secteur d'élevage date des années 70. On peut citer les premières applications de 1975 en matière d'élevage (Charlton et Street, 1975), de 1979 pour

le contrôle des prédateurs (Reichelderfer et Bender, 1979), de 1983 pour le contrôle des mauvaises herbes (Marra et Carlson, 1983), de 1984 pour le problème d'érosion (l'ASDA-ARS de Temple (USA), 1984) et de 1988 pour les questions de fertilisation et l'évolution des sols et de pollution des nappes (Wit *et al.*, 1988). Aujourd'hui ce type de modèle est largement utilisé en agriculture et s'inscrit dans l'approche système pour analyser le fonctionnement global des exploitations et plus exactement l'articulation entre le système biophysique et le système socio-économique.

Cependant au départ, les modèles de programmation permettaient de résoudre uniquement des problèmes linéaires, déterministes et statiques, alors qu'aujourd'hui on peut les utiliser pour résoudre des problèmes non linéaires, aléatoires, discontinus, dynamiques, de plus en plus complexes, et ceci grâce au développement de l'outil informatique et à la multiplication des algorithmes de résolution.

III.2.2. Principe des modèles de programmation linéaire

1. Optimisation

Le modèle proposé doit permettre de mesurer les effets directs et indirects d'un changement de soutien au prix ou au revenu ou l'introduction d'un changement technique sur les systèmes de production des éleveurs (et donc leur impact sur les ressources), la reproductibilité et donc la viabilité de leur système de production selon les dotations initiales, et sur les données régionales d'emploi, de production et de maintien d'un certain équilibre environnemental. Privilégiant le concept de frontières de possibilité de production en milieu contraignant, la modélisation dérivée de la programmation linéaire constitue alors une méthode opérationnelle pour étudier l'allocation des ressources entre les activités quand les facteurs de production sont limités dans leur approvisionnement ou soumis à de nombreuses contraintes (Boussard, 1989).

Pour cela le modèle tente de reproduire le processus de décision des éleveurs compte tenu de l'environnement agro-climatique qui conditionne le système fourrager et l'offre de fourrage, l'environnement social et technique qui conditionne les pratiques et donc les conduites d'élevage, l'environnement institutionnel qui conditionne l'accès au crédit, les possibilités de soutien à la production, etc. et l'environnement économique qui conditionne l'accès aux intrants (coûts et disponibilité). Si l'environnement global conditionne l'ensemble des possibilités qui s'offrent aux producteurs, les producteurs vont choisir l'allocation des ressources qui permet de satisfaire un ensemble d'objectifs (accroître leur revenu, libérer du temps pour le loisir, assurer le transfert de l'exploitation aux générations futures, etc.). Or les objectifs poursuivis dépassent généralement le cadre de la seule production de lait ; ce sont des objectifs globaux qui sont satisfaits par l'ensemble des activités réalisées au sein de l'exploitation. Dès lors les réactions des éleveurs seront variées : elles dépendent des dotations initiales des éleveurs (cheptel, foncier, équipement agricole, main d'oeuvre disponible), des contraintes techniques de production, de l'histoire du chef d'exploitation mais aussi de son exploitation (comme le niveau d'endettement, stade d'évolution de l'exploitation : phase d'installation, de croissance ou de croisière).

Aussi, "les modèles de programmation mathématique sont des représentations simplifiées mais quantifiées d'un phénomène réel" (Boussard, 1970). Ils permettent d'obtenir la combinaison optimale entre différentes activités soumises à diverses contraintes et concourant

à la réalisation d'un objectif donné. Leurs constructions restent souvent assez difficiles du fait de la complexité du monde réel. Il s'agit donc d'un modèle d'optimisation et l'on suppose que les producteurs sont des agents rationnels dans le sens qu'ils organisent leur système productif en vue de satisfaire un objectif.

Fondamentalement, un modèle de programmation se présente sous la forme la plus simple possible qui est la suivante (Boussard et Daudin, 1987) :

$$\begin{cases} \text{Max}(\text{Min})F = \sum_i B_i X_i \\ \sum_i a_{ki} X_i \leq b_k \\ X_i \geq 0 \end{cases}$$

Où **F** représente la fonction objectif à optimiser, **B_i** le bénéfice ou le coût de chaque activité *i* (selon qu'on maximise ou on minimise la valeur de la fonction objectif), **a_{ki}** les coefficients techniques correspondant aux besoins en ressources ou en intrants *k* de l'activité *i*, **b_k** les disponibilités en ressources *k*, et **X_i** une variable dont la valeur est déterminée de manière endogène comme résultat de la résolution mathématique, représentant le niveau optimal d'intensité sous contrainte de chaque activité.

Economiquement, l'utilisation d'un tel modèle de programmation permet de visualiser les effets de la variation de certaines données (le prix des denrées, le capital disponible, le prix des produits, le taux d'intérêt, etc.) sur le choix d'activités productives. Sa matrice fournit des solutions déterminées par les contraintes techniques, économiques et politiques compte tenu d'une certaine variation sur les prix et sur les rendements. Ces solutions peuvent être utilisées, suivant des conceptions totalement différentes, soit d'une façon positive en tant qu'outil de simulation et d'aide à la décision soit d'une façon normative pour la recherche d'une solution optimale (Deybe, 1989). Ici on privilégie l'approche positive : les solutions nous permettent de discuter les impacts probables de changements extérieurs et de comprendre les réactions des producteurs compte tenu des hypothèses et simplifications du modèle.

2. L'échelle temporaire : un modèle dynamique récursif

En économie de l'élevage, et plus particulièrement dans les élevages de ruminants bovins, les éleveurs ne peuvent élaborer leur plan de renouvellement du cheptel sans considérer le devenir de leur exploitation à moyen ou long terme. Or le renouvellement implique des frais de logement, gardiennage, alimentation d'animaux qui ne seront productifs que dans deux ou trois ans. La prise en compte de la rentabilité de ces investissements nécessite le recours à une programmation dynamique. Les modèles dynamiques permettent aussi d'intégrer les effets à long terme de divers déterminants économiques (les systèmes d'aides et des prix, les changements technologiques,...) sur le comportement des éleveurs laitiers et sur leurs choix stratégiques et d'investissement (sur la gestion des ressources, la conduite et l'évolution démographique du troupeau, etc.). Ainsi, nous proposons un modèle dynamique de type *multipériodique récursif*.

Les modèles de programmation multipériodique sont des modèles dynamiques capables de faire des simulations sur plusieurs périodes au cours desquelles les décisions peuvent être prises. Dans un modèle de programmation multipériodique, on suppose que le producteur, à

partir de sa situation initiale, élabore son plan de production pour les années à venir en fonction de l'information disponible sur le futur, à savoir les anticipations sur les prix et les rendements techniques comme sur le niveau des aides ou soutiens accessibles.

La spécification d'un modèle dynamique permet une adaptation partielle à court terme et donnera une série de résultats propres à des périodes spécifiques qui indiquent à la fois l'importance des variations de l'adaptation et la vitesse à laquelle elles interviennent dans le temps. Cette spécification permet aussi aux variables endogènes de se modifier pendant la période en question même si les valeurs de toutes les variables exogènes restent fixes. Manifestement, les résultats précisant des voies d'adaptation dans le temps présentent un intérêt particulier pour les décideurs politiques. Néanmoins, leurs capacités à indiquer des voies d'adaptation probables sont liées au fait de savoir si les coefficients d'adaptation inclus dans le modèle reposent sur une base empirique solide ou s'ils sont simplement supposés par le concepteur du modèle.

En outre, vu que l'élaboration des plans de production d'une année quelconque est dépendante des résultats des années précédentes, on a eu recours à un modèle multipériodique récursif. La récursivité est telle que les décisions en t ne dépendent pas uniquement des anticipations sur les prix ou les résultats techniques mais aussi des décisions prises antérieurement.

Le passé conditionne les ressources en biens intermédiaires (terre, nature de sol, matériel...), les ressources monétaires disponibles (trésorerie) mais aussi les possibilités d'endettement. Ainsi, par exemple, la quantité de terre disponible en début d'année t est égale à la quantité à $t-1$ plus les achats de terre moins les ventes de terre réalisées au cours de l'année $t-1$. De même, la trésorerie disponible l'année $t-1$ dépend du revenu réalisé l'année précédente (différent du revenu anticipé étant donné que les prix de marché ont pu être différents des prix anticipés) et des prélèvements réalisés par l'agriculteur pour sa propre consommation.

Par ailleurs, la situation à l'année t ne dépend pas uniquement de l'année $t-1$ mais des années $t-2, t-3, \dots$. Si l'on veut représenter de façon simple le niveau des ressources b_t à la période t en fonction des activités X_{t-1} , il faut donc que le vecteur X_{t-1} , représente à la fois les activités de l'année $t-1$, le niveau des ressources en début de période $t-1$ mais aussi les activités engagées à $t-2, t-3, \dots$ (notamment l'achat de matériel ou la souscription d'emprunt).

Soit T l'horizon de planification et τ le taux d'actualisation correspondant à la préférence d'une consommation (montant) immédiate sur une consommation future, le modèle multipériodique récursif s'écrit :

$$\text{Max } F = \sum_{t=t_0}^T \frac{C_t X_t - \phi \lambda_t}{(1 + \tau)^t} \quad \text{Avec : } A X_t \leq B_t ; B_t = b X_{t-1} ; X_t \geq 0$$

Où F : la fonction objectif à maximiser, C_t le vecteur de revenu espéré tiré des activités productives à l'instant t , X_t le vecteur des activités, Φ le coefficient d'aversion au risque², λ_t la somme des écarts négatifs par rapport à un revenu seuil, T l'horizon de planification, τ le taux d'actualisation, A la matrice des coefficients techniques et B_t la matrice des disponibilités en ressources qui dépendra des décisions prises à l'année $(t-1)$.

² Nous appliquons la méthode Target MOTAD pour modéliser le risque.

3. Approche spatiale

Le présent travail s'inscrit dans une perspective d'analyse des comportements des producteurs laitiers face à d'éventuelles réformes des politiques de soutien ou d'aide au secteur et leurs effets sur l'emploi, l'équilibre territorial et l'environnement. Les effets sur l'environnement, et plus généralement le territoire, vont dépendre de l'articulation, des complémentarités ou de la concurrence, entre les productions et producteurs sur un espace donné. Un tel objectif ne peut être résolu ni par des modèles d'équilibre général qui donnent des indicateurs au niveau des différents secteurs et de la croissance de l'activité, ni par des modèles individuels qui déterminent l'allocation optimale des ressources au niveau individuel sans indiquer les conséquences au niveau agrégé.

La modélisation intermédiaire d'équilibre partiel régional offre la possibilité de passer d'une échelle individuelle à une échelle agrégée régionale (Annexe C), et nous permettra d'avoir une représentation relativement fine : 1) de la structure des exploitations, des comportements et des stratégies des acteurs, et 2) des relations entre unités de production au niveau régional, mais aussi d'anticiper et d'évaluer l'impact des éventuels changements extérieurs aussi bien au niveau individuel que régional.

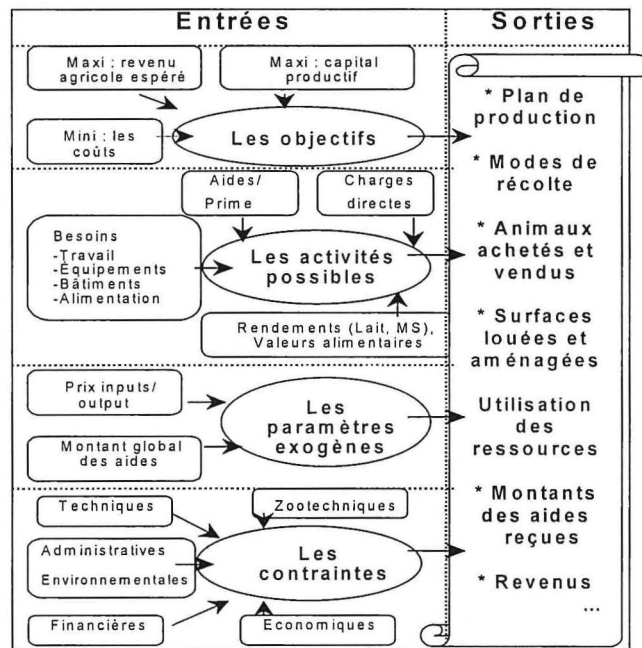
Ce travail démarrera dans le cadre de l'accueil d'un chercheur dans le système Marie Curie. Ici nous nous proposons de limiter le travail à l'étude du comportement des éleveurs pris individuellement.

III.2.3. Structure du modèle laitier réunionnais

Appliqué à chacune des six exploitations types retenue à partir de l'analyse de la diversité des exploitations laitières, le modèle économique d'exploitation doit permettre de reproduire les choix de production et les techniques adoptées compte tenu des disponibilités et du mode de gestion des facteurs de production sur l'exploitation mais aussi des contraintes socio-économiques et bio-physiques. Sa construction vise essentiellement une modélisation de la conduite d'une exploitation sous l'hypothèse de rationalité de l'agriculteur et face aux différentes conditions techniques, économiques et environnementales. Cet objectif ne peut être, néanmoins, atteint que par une identification et une hiérarchisation des facteurs et des déterminants qui affectent les choix des producteurs. Parmi ceux-ci on peut citer :

- 1) les activités qui s'offrent à l'agriculteur ;
- 2) ses objectifs en terme de revenu, d'organisation du travail, de diversification, de protection des ressources naturelles et de l'environnement, etc. ;
- 3) les ressources dont il dispose : main d'œuvre, foncier, capital technique, capital financier ;
- 4) les contraintes agro-climatiques, bio-physiques, économiques, financières qui conditionnent les choix des pratiques et des itinéraires techniques ;
- 5) l'environnement socio-économique dans lequel il évolue.

Figure III.3.1 : les entrées et sorties du modèle (Kamel, 2004)



1. Hypothèses sur les activités productives

1.a Approche des différentes activités au sein de l'exploitation

Il s'agit donc dans un premier temps de définir "un univers des activités productives possibles" à partir duquel l'agriculteur élabore son plan de production. Cet univers se présente sous la forme d'une matrice technico-économique intégrant, d'un côté, les besoins en ressources, en intrants, en main-d'œuvre, en capital... de chaque activité, et de l'autre, les impacts de chaque activité au niveau de la production (rendements, valeurs alimentaires, etc.) en fonction de diverses pratiques de gestion (nombre de coupes, type d'aménagement, potentiel génétique...). Cette matrice est élaborée dans le cas réunionnais à partir de la connaissance et des suivis de terrain des techniciens et chercheurs des organismes spécialisés (Chambre d'Agriculture, CIRAD, EDE, SICA Lait, UAFP...) ainsi que des données recueillies au cours de enquêtes.

Mais en premier il s'agit de définir ces activités. Les exploitations laitières adhérentes à la coopérative laitière sont généralement des exploitations spécialisées. Par simplification, on considère donc dans un premier temps trois activités au sein de l'exploitation : la production de lait, de veaux et la production de fourrages. La production de lait et de fourrages est extrêmement liée puisque le fourrage sert prioritairement à la production de lait ; et donc les modes d'exploitation des terres sont liés aux objectifs propres à l'activité laitière. Cependant, on observe une certaine diversification des sources de revenu par la vente de fourrages. Cette activité très lucrative est apparue ces dernières années en raison de l'augmentation de la demande en fourrages par les exploitants laitiers s'installant sur des espaces restreints. Le lait est entièrement vendu à la coopérative alors que le fourrage peut être auto-consommé, stocké ou vendu en fonction de son prix et du prix du lait sur le marché. Considéré comme un produit périssable, on suppose qu'il n'existe pas de stockage pour le lait à la différence de l'activité fourragère : on peut produire des balles rondes d'ensilage pour les utiliser ou les revendre

durant les périodes de pénurie (hiver). Le stockage a bien sûr des coûts (perte nutritive, entretien du bâtiment de stockage) mais fournit une sécurité pour les saisons qui suivent et constitue un produit potentiel qui sera évalué au prix d'achat. Pour l'activité de veaux, la plupart des éleveurs vendent les veaux à l'âge de 8 jours à la coopérative de viande. Mais certains éleveurs ont développé un petit atelier d'élevage des veaux jusqu'à l'âge de 2 à 3 mois. Ces éleveurs peuvent être amenés à acheter les veaux pour les élever.

Le recours aux intrants, et plus particulièrement aux concentrés pour l'activité laitière, est fonction de la production de fourrages, des capacités d'ingestion des vaches et du niveau souhaité de lait mais aussi des liquidités disponibles, des réserves des années passées, et des possibilités d'emprunt. Donc les choix résultent bien de facteurs techniques, zootechniques et de stratégies d'alimentation compte tenu d'objectif de production et donc de revenu. Pour l'instant on ne prend pas en compte la possibilité d'une disponibilité contrainte en concentrés. Des réserves de liquidité peuvent être constituées d'une saison et d'année sur l'autre.

Pour certains types d'éleveurs, le choix des rations dépasse la simple rationalité zootechnique ou économique. Ceux-ci ne peuvent concevoir de donner plus de tant de kg de concentrés ; d'autres fonctionnent sur un schéma d'alimentation qui marche correctement selon leurs objectifs ou leur *desirata* et ne souhaitent pas le changer. Le fait de ne pas vouloir le changer quand on le peut, peut résulter de différents comportements : 1) la peur de perturber un ordre existant (décision risquée) ; 2) manque d'information complète sur le sujet ; 3) schémas de représentation. Ces trois éléments peuvent être liés ou non pour expliquer l'absence de changement. Il est vrai que tout changement implique généralement des frais et donc un risque financier, que l'on peut incorporer dans le modèle. En absence de tout investissement, il est difficile de modéliser l'ensemble des comportements de décision qui relève davantage de la décision psychologique.

A l'exception de revenu non agricole provenant le plus souvent d'un travail de la femme hors de l'exploitation, on néglige, dans un premier temps, toute source de revenu annexe provenant d'autres activités agricoles possibles, à l'exception de la canne. Cette simplification peut paraître grossière à première vue. Mais le petit élevage que l'on rencontre sur ce type d'exploitation (poulet, canard,...) constitue le plus souvent un petit capital auto-consommé. Le maraîchage ou l'horticulture ne concernent qu'une minorité des éleveurs laitiers enquêtés. De plus, l'analyse de données souligne la faiblesse de ces activités comme élément stratégique ou élément de différenciation du mode de fonctionnement des exploitations laitières bien que les éleveurs et notamment les plus jeunes aient des projets de diversification. Donc dans un deuxième temps, avec l'introduction des changements d'aide, il sera peut-être intéressant d'apprécier ces nouvelles opportunités.

C'est dire aussi que l'on exclut toute possibilité d'innovation ou de reconversion économique des éleveurs dans des activités qui s'avéreraient plus rentables. S'il est vrai qu'aujourd'hui de nombreux éleveurs et plus particulièrement les jeunes souhaitent se diversifier par l'agrotourisme (32% de l'échantillon), ils sont 73% à vouloir augmenter toujours le troupeau ; le tiers restant se partage entre maintenir le troupeau, améliorer la génétique ou développer un atelier génisse. Ainsi l'activité laitière garde une position centrale dans les stratégies productives des exploitants. Et les innovations ou reconversion sont plus recherchées dans les façons ou manières de produire (amélioration fourragère) ; l'objectif principal étant l'augmentation de la production laitière.

Si à La Réunion, se maintient un réseau informel dynamique pour la vente des vaches de réformes ou des veaux ou encore la vente et achat de fourrages sous forme de balles rondes, il est très difficile d'avoir des informations fiables. En outre ces multiples arrangements sont difficiles à prendre en compte dans les équilibres financiers du modèle en raison de leurs irrégularités. Ici, on suppose que l'éleveur choisit son système d'élevage compte tenu de ses moyens effectifs et pour assurer la reproductibilité et l'augmentation des revenus.

On suppose aussi l'unicité du mode de prise de décision dans le ménage. Il existe pourtant différents centres de décision dans le ménage dont les intérêts et les objectifs divergent parfois, notamment dans les GAEC. Le modèle, tel qu'il est conçu, fait abstraction des intérêts parfois divergents dans les ménages qui peuvent entraver le bon déroulement des opérations sur l'exploitation. Les choix productifs des exploitants sont alors essentiellement déterminés par les moyens disponibles, les rendements espérés et le niveau des risques pris.

On suppose deux saisons par an : l'été de décembre à mai et l'hiver de juin à novembre. Ces deux saisons permettent de mettre en évidence les différentes stratégies de stockage des fourrages et de suivre les grands stades physiologiques des bovins depuis la naissance jusqu'au stade adulte. Mais ce découpage masque les problèmes fourragers durant les intersaisons : avril-mai ou octobre-novembre.

1.b. Les activités végétales : production du fourrage

La zone d'élevage à La Réunion présente un potentiel agronomique assez important, assuré par un climat et un sol volcanique très fertile. Le type d'assolement dépend en partie de l'altitude et du mode d'aménagement des terres. Dans la zone des Bas (à moins de 800 m d'altitude), on trouve des graminées tropicales de type Chloris, de la canne fourragère, du maïs fourrager et parfois même de la canne à sucre. Les prairies de Kikuyu dominent la zone intermédiaire entre 800 et 1200 mètres d'altitude. Au-delà de 1200 mètres d'altitude, on rencontre fréquemment les prairies de graminées tempérées tels que le Ray Gras ou Dactyle ou mixte. Selon le type d'aménagement foncier, les prairies aptes à la fauche peuvent être soit récoltées en vert, soit ensilées ou fanées, soit pâturées. Par contre, dans les zones difficiles d'accès, comme dans les Hauts de l'Ouest, la plupart des prairies ne sont pas mécanisables et sont donc uniquement pâturées. Il faut donc distinguer les prairies aptes à la fauche des prairies difficiles d'accès. Sur ces dernières, il existe des prairies qui par le biais d'investissement important peuvent être transformées en prairies cultivées. Selon le mode de conduite de l'éleveur et son matériel disponible, on trouve donc : des prairies de fauche-pâture qui peuvent être fauchées et/ou pâturées, des prairies de fauche (fauchées uniquement) et des prairies de pâture (pâturées uniquement).

Une prairie peut être fauchée ou pâturée plusieurs fois dans l'année selon les conditions météorologiques et en fonction des besoins immédiats des animaux, de la qualité des aliments, des stratégies des éleveurs, etc. La durée des prairies temporaires (par opposition à celles qui sont permanentes) dépend bien sûr des variétés implantées, du degré d'entretien et des modes d'exploitation ou de récolte. Généralement, une prairie de pâture a une durée plus courte qu'une prairie de fauche ou de fauche-pâture qui est plus entretenue (semis après chaque coupe) et moins tassée, mais peuvent également intervenir des facteurs naturels (type de sol) ou psycho-économiques. En effet, certains éleveurs profitent du système de subvention existant pour réimplanter une prairie de peur que ce système soit supprimé ou les subventions diminuées. L'ensemble de ces facteurs rend difficile toute fixation d'une durée de prairie qui sera de toute façon arbitraire. La prise en compte de la durée théorique des prairies semble

trop loin des modes de conduite particuliers des éleveurs. Pourtant les coûts de réimplantation des prairies sont élevés et sont importants dans le système global d'élevage. Par simplification, on considère qu'à chaque début d'année et selon ses moyens financiers, l'exploitant aura le choix entre le maintien ou le renouvellement (réimplantation) de la prairie (avec la même variété de fourrage ou une autre variété) sachant que les dépenses dans le premier cas, qui seront considérées comme coût de production, sont beaucoup plus faibles que dans le second où celles-ci font partie des investissements et que la durée d'amortissement est différente entre les trois types de prairies.

Dès lors on suppose que chaque producteur est doté de prairies aptes à la fauche et de prairies non aptes à la fauche qui sont alors uniquement utilisables en pâture. Les prairies non aptes à la fauche sont soit des prairies naturelles soit des prairies occupées par le Kikuyu ou un composite de légumineuses et graminées. Seules les prairies naturelles ne peuvent pas être aménagées. Les prairies temporaires sont soit des prairies de graminée tempérée, des prairies mixtes, des prairies de Chloris, ou des prairies de brome. Les principales cultures pratiquées dans les systèmes d'élevage laitiers sont la canne fourragère, le maïs fourrager ou encore la canne à sucre. Les modes de récoltes sur les prairies aptes à la fauche dépendent essentiellement de la zone géographique (avec son climat), de la saison et des modes d'affouragement choisis par les éleveurs en fonction du matériel disponible, des possibilités de location. Les prairies de graminées tempérées ou les prairies mixtes dans les hauts peuvent être soit pâturées soit récoltées en vert soit fauchées puis ensilées. Dans les Bas, plus ensoleillés, les prairies de graminées tropicales sont parfois fanées. La canne fourragère est uniquement récoltée en vert et donnée aux animaux. Ainsi, progressivement en fonction des pratiques des éleveurs et de sa localisation, sont déterminées un ensemble de possibilités concernant le type de prairies, les modes de récoltes et le nombre de coupes. En effet, en fonction de son matériel de sol et de sa localisation, l'éleveur peut envisager entre 1 et 5 coupes durant la saison. Le nombre de coupes influence la valeur nutritive du fourrage, notamment la valeur en protéines et en cellulose. Ce nombre de coupes est un choix endogène ou encore appartient à la stratégie de l'éleveur.

La vente de fourrages est apparue, ces dernières années, comme une source de revenu très lucrative en raison de l'augmentation de la demande en fourrages par les exploitants laitiers s'installant sur des espaces restreints. Aussi, contrairement au lait qui est entièrement vendu à la coopérative, le fourrage peut être auto-consommé, stocké ou vendu en fonction de son prix et du prix du lait sur le marché. Le stockage du fourrage a bien sûr des coûts (perte nutritive, entretien du bâtiment de stockage) mais fournit une sécurité pour les saisons qui suivent et constitue un produit potentiel qui sera évalué au prix de revient.

1.c. Les activités animales : production du lait

Contrairement aux systèmes traditionnels qui se caractérisent par une diversification, mêlant les cultures vivrières et quelques bovins exploités pour le lait ou la viande avec un objectif premier de nourrir la famille, les éleveurs de la coopérative laitière sont en partie des éleveurs spécialisés qui font de l'élevage laitier leur métier et donc leur principale source de revenu.

Les revenus annuels issus de l'activité laitière - le lait étant supposé être entièrement vendu à la coopérative³ - doivent, en effet, assurer en priorité la couverture des dépenses minimales

³ Considéré comme un produit périssable, on suppose qu'il n'existe pas de stockage pour le lait à la différence de l'activité fourragère. De même, grâce au prix assez élevé fixé par la coopérative (CILAM), on suppose que l'autoconsommation et la vente du lait dans le marché informel sont négligeables et donc inexistantes.

d'exploitation : reproduction de l'exploitation et besoin de consommation des ménages, mais aussi permettre de dégager un surplus. Ce surplus peut servir à accroître les capacités productives, épargner (compte tenu du taux de rémunération de l'épargne) ou consommer. L'augmentation et/ou l'amélioration des capacités productives peut se faire de plusieurs façons : accroître le cheptel laitier et la SAU, investir dans un équipement performant de traite ou de travail du sol (stratégie d'accumulation ou de constitution d'un patrimoine), valoriser le capital existant par le recours au travail salarié ou par l'accroissement du nombre de traitements (stratégie de maximisation des plus-values à court terme ou de libération de temps), etc.

L'élevage laitier produit aussi des veaux. Certaines exploitations se sont diversifiées par l'élevage de veaux mâles voire encore de génisses. En effet, depuis les cinq dernières années, les grandes exploitations sont encouragées à prendre en charge l'élevage des génisses, qui était en partie pris en charge par la coopérative. Cet élevage occupe une place tout à fait particulière dans les exploitations puisque les génisses peuvent soit servir au renouvellement du troupeau soit être vendues. Cette nouvelle activité peut s'avérer très lucrative dans un contexte de manque de génisses pour les éleveurs désireux d'accroître leur troupeau. A plus ou moins long terme, cet élevage de génisses peut aussi être orienté à l'exportation, notamment avec le développement laitier dans les pays voisins : Madagascar, l'Afrique du Sud.

2. Formulation de la fonction objectif et prise en compte du risque

2.a. Fonction objectif

En début de saison pc , le ménage est doté de facteurs de production (travail familial, terre, cheptel, matériel de sol, etc.). Pour la terre, une partie peut être apte à la fauche et une autre non. La possibilité de faire une fauche mécanisée nécessite de lourds travaux d'aménagements : arasement des buttes, pose des clôtures, épierrage, etc. Or une prairie uniquement destinée au pâturage ne nécessite pas les mêmes travaux.

A partir de ses anticipations sur les prix et les aides futures et des moyens à sa disposition, on suppose que l'éleveur choisit son plan de production sur l'horizon de planification en fonction des ses objectifs poursuivis. Le ménage maximise cette fonction-objectifs sous un ensemble de contraintes techniques, économiques, financières et sécuritaires. Les contraintes techniques limitent l'espace des activités agricoles en fonction des caractéristiques du milieu naturel (climat, type de sol) et des techniques culturales disponibles ou possibles. Les contraintes économiques et financières s'intéressent aux prix moyens des intrants et des produits et aux conditions d'accès au crédit. Les anticipations de prix sont généralement fonction des prix passés et des nouvelles informations sur l'offre ou la demande. La contrainte de sécurité ou la mesure du risque est telle que, dans la plus mauvaise configuration des prix et des rendements, le producteur puisse assurer un revenu minimum ; elle impose donc l'établissement d'un seuil de revenu pour faire face à une mauvaise année.

Sous cette forme, on suppose alors que les revenus annuels issus de l'activité laitière doivent assurer en priorité la couverture des dépenses minimales d'exploitation (contrainte de sécurité) : reproduction de l'exploitation et besoin de consommation des ménages. Une fois ses besoins assurés, le ménage cherche à maximiser le surplus. Ce surplus peut servir à accroître les capacités productives, épargner (compte tenu du taux de rémunération de l'épargne) ou consommer. Pour augmenter ou améliorer ses capacités productives, l'éleveur

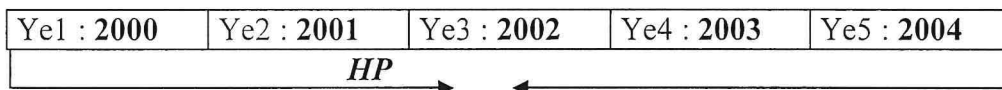
peut chercher à accroître son cheptel laitier ou ses terres, ou encore investir dans un équipement performant de traite ou de travail du sol (stratégie d'accumulation ou de constitution d'un patrimoine), ou chercher à valoriser son capital existant par le recours au travail salarié ou par l'accroissement du nombre de traitements (stratégie de maximisation des plus-values à court terme, ou de libération de temps).

En modélisation économique, l'identification et la hiérarchisation des objectifs permettent de distinguer un objectif principal des objectifs secondaires, ces derniers étant modélisés sous forme de contraintes. Pour les systèmes étudiés, on suppose que les éleveurs maximisent leur revenu disponible après remboursement des annuités.

Les éleveurs laitiers ne peuvent élaborer leur plan de renouvellement du cheptel sans considérer le devenir de leur exploitation à moyen ou long terme. De même, l'aménagement des terres en prairies ou le renouvellement des prairies implique des dépenses qui vont être amorties sur les 3 à 4 années qui suivent. Ainsi les éleveurs choisissent leur plan de production sur une durée de plus de 1 an. Avec des âges de réforme voisins de 4 à 5 ans, on peut supposer que l'achat d'une génisse se fait sur un horizon voisin de 5 ans. Aussi l'application de ces modèles se fait sur un horizon de planification de 5 ans et l'on tient compte de l'information disponible sur le futur et des liens techniques et financiers « obligatoires » qui existent entre les périodes.

A l'intérieur de cet horizon, il existe des contraintes annuelles qui concernent les données comptables et technico-économiques ainsi que le mode de gestion annuel des aides et des primes. Par contre pour les données relatives à l'alimentation des animaux, la gestion des prairies, la définition des catégories d'animaux et la trésorerie, l'unité de raisonnement sera la saison. Deux saisons (périodes) sont ainsi prises en compte dans le modèle à savoir l'été (décembre-mai) et l'hiver (juin-novembre) car elles représentent les saisons climatiques de La Réunion pour lesquelles le mode de gestion technico-économique des systèmes de production change considérablement. Aussi à partir de ces anticipations sur les prix, les aides futures et les moyens de production disponibles, on suppose que l'agriculteur conduit ses systèmes fourrager et animal sur une saison donnée dans l'objectif de maximiser cette fonction d'utilité sur l'horizon de planification choisi qui est de cinq ans.

Schéma simplifié du modèle économique dynamique



Maximiser :

$$Z_{HP} = \left[\sum_{n=1}^{nf=5} \frac{\overline{Z}_n}{(1+\tau)^{n-1}} \right] \quad n \in [1 \dots 5] : \text{années}$$

Avec:

Z_{HP} : l'objectif à maximiser (somme actualisée du revenu disponible)

τ : le taux d'actualisation (paramètre, choisi comme exogène)

$\overline{Z}_n$: le revenu disponible espéré par période et par an ($REV_{PC,Ye}$)

$$Z_{HP} = \left[\sum_{Ye1}^{Ye5} \left(\sum_{PC} REV_{PC,Ye} \right) / (1+\tau)^{ord(Ye)-1} \right]$$

Le taux d'actualisation (τ) exprime la préférence du producteur pour le présent par rapport à l'avenir. Le choix de ce taux est assez délicat, il diffère d'un agent à l'autre. Le caractère subjectif de ce taux est dû en fait à plusieurs éléments, à savoir : le rendement attendu de l'argent, le coût de financement, le temps perçu par l'exploitant, l'inflation, les risques liés au projet, etc. L'unique référence au choix de ce taux est le taux d'intérêt à long terme. Ceci correspond aujourd'hui en France à,

- entre 7 et 10% en francs courants et,
- entre 4 et 7% en francs constants.

Pour le présent travail, ce taux est laissé exogène et donc fixé, en fonction du taux d'intérêt réel, à 4% (taux réel en 2000), c'est-à-dire sans tenir compte ni de l'inflation ni de la prime du risque étant donné qu'elles sont incluses dans le modèle.

2.b. Prise en compte du risque

Des perturbations d'ordre climatique ou économique peuvent mettre en péril la sécurité familiale une année. Le recours à l'emprunt peut freiner les capacités d'investissement les années suivantes par l'accroissement du risque de faillite financière. Ainsi, le modèle ne peut rendre compte des décisions agricoles des exploitants que s'il incorpore le risque. Ce risque explique parfois l'absence de décision d'investissement ou le maintien d'un système productif peu performant en apparence. Le risque ou l'incertitude joue donc un rôle capital dans la prise de décision du producteur, il modifie profondément le comportement du sujet économique. Comme l'indiquent Hazell et Norton (1986), « ignorer le comportement d'aversion au risque dans les modèles d'exploitations amène souvent à des résultats qui sont inacceptables pour l'exploitant ou qui ont très peu de relations avec les décisions que le producteur prendra ».

Sa façon d'être appréhendé est capitale pour comprendre le fonctionnement global du modèle. Cependant, les questions sur le comportement des agents en avenir incertain et les modalités de sa formalisation présentent une part non négligeable d'arbitraire du fait de la complexité et de la diversité des comportements humains. Il nous faut donc faire des hypothèses fondées sur le bon sens. Plusieurs modèles de risque ont été ainsi développés : *Safety first*, Target MOTAD, stochastique discret, espérance – variance, espérance - écart type, MOTAD (voir Hazell et Norton, 1986).

Pour notre travail, nous avons retenu la méthode classique Target Motad formulée par Tauer (1983) dont l'insigne avantage est sa simplicité d'utilisation et qui donne des solutions dominantes au premier et second degré de stochasticité. Cette méthode dont la formalisation mathématique a l'avantage de maintenir la linéarité, suppose que l'agriculteur maximise son revenu espéré sous contrainte de ne pas dépasser un minimum de déviations par rapport à l'objectif de revenu Z_0 qu'il définit à l'avance. Elle consiste donc à maximiser non plus la somme actualisée du revenu disponible mais plutôt une fonction d'utilité espérée U_{HP} ⁴ qui est définie comme une combinaison linéaire du risque et du revenu disponible.

⁴ L'utilité espérée à maximiser par cette méthode essaie de se rapprocher à celle définie dans le modèle de Savage en 1954, comme celle définie dans la théorie plus générale de l'utilité espérée de Neumann (1944) dans laquelle il s'insère, et qui mesure la satisfaction que le décideur peut légitimement associer à chaque conséquence possible compte tenu des probabilités attachées aux faits incertains (Schmidt Ch., 1995).

$$\text{Max : } U_{\text{HP}} = \left[\sum_{n=1}^{n_f=5} \frac{\overline{Z}_n - \phi \lambda_n}{(1 + \tau)^{n-1}} \right] \quad n \in [1 \dots 5] : \text{années}$$

Avec:

- λ_n : la somme des écarts négatifs ;
- ϕ : coefficient d'aversion au risque ;
- U_{HP} : utilité espérée par horizon de planification.

Le coefficient d'aversion au risque (ϕ) peut s'interpréter comme le taux de substitution ou d'arbitrage entre revenu espéré et la somme des écarts négatifs (λ_n). Il varie selon l'attitude des agriculteurs : il est plus fort en cas d'aversion pour le risque et moins fort en cas d'une attitude plus « preneuse » de risque. Il est généralement calibré l'année de base et reste inchangé au cours des simulations.

Le niveau de risque (λ_n), qui est calculé d'une façon endogène, correspond à la somme sur les différents états de la nature v (conditions climatiques, niveaux des primes et des prix) des écarts négatifs à l'objectif de revenu Z_0 fixé par les producteurs :

$$Z_0 - \overline{Z}_n - Z_{n,v}^- \leq 0 \quad \lambda_n = \sum_v P_v Z_{n,v}^-$$

Avec:

- $Z_{n,v}^-$: l'écart négatif à l'objectif de revenu Z_0 du scénario v
- Z_0 : l'objectif de revenu que se fixe l'agriculteur
- v : scénario aléatoire (dans notre modèle défini par la variabilité des rendements des cultures et d'anticipations sur la variabilité des prix et des primes)
- P_v : la probabilité d'occurrence du scénario v
- λ_n : la somme des écarts négatifs

3. Formulation des contraintes de multipériodicité et de récursivité

Le terme multipériodique signifie qu'à partir d'une situation initiale de référence, l'exploitant choisit son plan de production pour les années à venir, appelé horizon de planification, en tenant compte de toute l'information disponible sur le futur, à savoir les anticipations sur les prix, les primes et les rendements. Le critère de choix de la longueur de l'horizon de planification, qui est de cinq années, est lié ici au type de production dont le processus s'étale dans le temps.

La dimension récursive implique que les résultats d'une année sont influencés par ceux des années précédentes. Ceci concerne essentiellement les ressources en biens intermédiaires (terre, matériel, bâtiment...), l'effectif animal et la trésorerie. Les ressources en biens intermédiaires disponibles à l'année t dépendent directement des ressources qui étaient disponibles à l'année $t-1$. Ainsi, par exemple, la quantité de terre disponible en début d'année t est égale à la quantité à $t-1$ plus les achats et les locations de terre moins les ventes et les cessions de terre réalisées au cours de l'année t . De même, la trésorerie disponible l'année t dépend du revenu réalisé l'année précédente et des prélèvements réalisés par l'agriculteur pour sa propre consommation ou pour l'investissement extra agricole.

La formulation de ces types de contraintes de programmation consiste à écrire toutes les relations qui limitent le choix des valeurs possibles des variables de décision. Cette

formulation traduit la concurrence qui existe entre plusieurs activités ou variables pour l'emploi d'une ressource limitée ainsi que l'influence du choix d'un certain plan de production d'une année sur l'année qui suit.

III.3. Approche du système bio-technique

Les principales contraintes techniques concernent la terre et le cheptel. La détermination de la fonction de production de lait demande la prise en compte d'une multitude de paramètres : conduite du système fourrager, achat de concentrés, choix génétique, prix relatif des concentrés et du lait, etc. Le mode ou la façon de produire des fourrages dépend à la fois du terrain, de son aménagement, des variétés choisies, de l'entretien des prairies, et du mode de récolte (pâturage, fauche en vert, ensilage, foin, etc.). La variabilité des itinéraires techniques observée sur le terrain nous conduit à faire des hypothèses simplificatrices et retenir les grandes variantes ou alternatives techniques par grande zone.

III.3.1. Facteur terre : contraintes d'occupation du sol

1. Allocation des terres

Avec cette contrainte, notre objectif est de limiter, pour chaque période, la somme des superficies consacrées aux différentes activités culturales (prairies ou cultures annuelles) à une superficie inférieure ou égale à la disponibilité en terre labourable sur l'exploitation pendant la période précédente majorée des hectares supplémentaires repris en fermage et des terres friches aménagées et diminuées des terres cédées en location (1). La notion des terres friches désignent les terres qui sont difficiles d'accès et donc inutilisables ni pour l'alimentation ni en tant qu'aires d'exercice, mais qui une fois aménagées peuvent l'être facilement. La vente et l'achat des terres sont négligeables à La Réunion et donc ils ne sont pas pris en compte dans la modélisation.

$$(1) \sum_{C, CP, AME, T, PFAU} ACTV_{Gf, C, CP, AME, T, PFAU, PC, Ye} \leq TLAB_{Gf, PC, Ye}$$

Avec :

ACTV : superficie en ha de l'activité végétale

TLAB_{Gf, PC, Ye} : surfaces labourables en cultures et prairies par période et par an,

C : **prairies permanentes** (p. Kikuyu, p. naturelle, p. association graminées légumineuses herbacées), **prairies temporaires** (p. graminée tempérée, p. mixte, p. Chloris, p. brome) et **cultures** (c. canne fourragère, c. maïs fourragers, c. canne à sucre).

Ame : type d'exploitation (fauche ou pâture)

P : type de récolte (pat, vert, ensilage herbe, ensilage maïs, foin, plante entière)

PC : période ou saison (p1 : été, p2 : hiver)

CP : nombre de fauche ou de pâture par période (cp1, cp2, cp3, cp4, cp5)

T : renouvellement ou pas des prairies (T1 : renouveler, T2 : maintenir)

Ye : années (An1, An 2, An 3, An 4, An 5).

Gf : zones géographiques (P. Cafres, P. Palmistes, H. Ouest, St. Joseph).

La superficie labourable ($TLAB_{Gf,PC,Ye}$) pour la saison pc dépend des terres labourables la saison précédente ($pc-1$), plus les terres en friche aménagées pour des prairies de pâture ($TFAMEP_{Gf,PC,Ye}$) ou des prairies aptes à la fauche ($TFAMEF_{Gf,PC,Ye}$), plus les surfaces labourables louées (ou repris en fermage) ($TLABLOU_{Gf,PC,Ye}$), moins les terres labourables cédées en location ($TLABCEDE_{Gf,PC,Ye}$) (2).

$$(2) TLAB_{Gf,PC,Ye} = TLAB_{Gf,PC-1,Ye} + TFAMEP_{Gf,PC,Ye} + TFAMEF_{Gf,PC,Ye} + TLABLOU_{Gf,PC,Ye} - TLABCEDE_{Gf,PC,Ye}$$

2. Evolution des terres labourables

Les terres labourables sont formées par :

- 1) ($TLAF_{Gf,PC,Ye}$) : les terres facilement labourables consacrées aux cultures nécessitant un retournement temporaire du sol et aux prairies permanentes accessibles en fauche et en pâture
- 2) ($TLAD_{Gf,PC,Ye}$) : les terres difficilement labourables consacrées généralement aux prairies permanentes accessibles uniquement en pâture et dont l'aménagement nécessite de lourdes dépenses.

Ainsi la superficie totale des terres labourables s'écrit (3):

$$(3) TLAB_{Gf,PC,Ye} = TLAF_{Gf,PC,Ye} + TLAD_{Gf,PC,Ye}$$

On peut écrire les deux équations identiques relatives aux terres labourables prises en location (4) ou données en location (5) :

$$(4) TLABLOU_{Gf,PC,Ye} = TLAFLOU_{Gf,PC,Ye} + TLADLOU_{Gf,PC,Ye}$$

$$(5) TLABCEDE_{Gf,PC,Ye} = TLAFCEDE_{Gf,PC,Ye} + TLADCEDE_{Gf,PC,Ye}$$

Les prairies permanentes (hors prairies naturelles), dans certaines zones, peuvent être soit fauchées soit pâturées et donc elles font partie des terres facilement labourables (4) alors que dans d'autres zones plus difficiles, elles ne peuvent être que pâturées et donc dans ce cas là elles font partie des terres difficilement labourables (5). Les prairies naturelles sont toujours considérées comme des terres difficilement labourables pour toutes les zones.

Dès lors, dans les zones faciles (Gff), on écrit (4):

$$TLAF_{Gff,PC,Ye} = \sum_{Ctp,CP,T,PFAU} ACTV_{Gff,'Ctp+cua',CP,AME,T,PFAU,PC,Ye} + ACTV_{Gff,'pp',CP,AME,T,PFAU,PC,Ye}$$

$$TLAD_{Gff,PC,Ye} = \sum_{C,CP,T,PFAU} ACTV_{Gff,'pnatu',CP,'PATURE',T,PFAU,PC,Ye}$$

Zones difficiles (Gfd), on écrit (5):

$$TLAF_{Gfd,PC,Ye} = \sum_{Ctp,CP,T,PFAU} ACTV_{Gfd,'Ctp+cua',CP,AME,T,PFAU,PC,Ye}$$

$$TLAD_{Gfd,PC,Ye} = \sum_{C,CP,T,PFAU} ACTV_{Gfd,'praip',CP,'PATURE',T,PFAU,PC,Ye}$$

Avec :

praip = pp+pnaturelle
 Praip : prairies permanentes
 Pp : prairies permanentes hors prairie naturelle
 Pnaturelle : prairie naturelle.
 Ctp : prairies temporaires + la canne à sucre + la canne fourragère
 Cua : cultures annuelles

Sachant que :

1) la superficie des terres facilement labourables, pour chaque période ($TLAF_{Gf,PC,Ye}$) est égale à celle de la période précédente ($TLAF_{Gf,PC-1,Ye}$), majorée des hectares supplémentaires repris en fermage ($TLAFLOU_{Gf,PC,Ye}$) et des terres friches aménagées pour fauche et/ou pâture ($TFAMEF_{Gf,PC,Ye}$) et diminuée des terres facilement labourables cédées en location ($TLAFCEDE_{Gf,PC,Ye}$) (6).

$$(6) \quad TLAF_{Gf,PC,Ye} = TLAF_{Gf,PC-1,Ye} + TFAMEF_{Gf,PC,Ye} + TLAFLOU_{Gf,PC,Ye} - TLAFCEDE_{Gf,PC,Ye}$$

2) la superficie des terres difficilement labourables, pour chaque période, ($TLAD_{Gf,PC,Ye}$) est égale à celle de la période précédente ($TLAD_{Gf,PC-1,Ye}$) majorée des hectares supplémentaires repris en fermage ($TLADLOU_{Gf,PC,Ye}$) et des terres friches aménagées uniquement pour pâture ($TFAMEP_{Gf,PC,Ye}$) et diminuée des terres difficilement labourables cédées en location ($TLADCEDE_{Gf,PC,Ye}$) (7).

$$(7) \quad TLAD_{Gf,PC,Ye} = TLAD_{Gf,PC-1,Ye} + TFAMEP_{Gf,PC,Ye} + TLADLOU_{Gf,PC,Ye} - TLADCEDE_{Gf,PC,Ye}$$

La somme, pour chaque période, des terres labourables ($TLAB_{Gf,PC,Ye}$) et des terres friches non aménagées ($TFRICH_{Gf,PC,Ye}$) nous donne la disponibilité totale en terre sur l'exploitation ($TTOT_{Gf,PC,Ye}$) (8).

$$(8) \quad TLAB_{Gf,PC,Ye} + TFRICH_{Gf,PC,Ye} \leq TTOT_{Gf,PC,Ye}$$

Les hectares facilement labourables cédés en location ($TLAFCEDE_{Gf,PC,Ye}$) ne peuvent être prélevés que sur les terres facilement labourables en propriété ($PROPLF_{Gf,PC,Ye}$) (9):

$$(9) \quad TLAFCEDE_{Gf,PC,Ye} \leq PROPLF_{Gf,PC,Ye}$$

Idem les hectares difficilement labourables cédés en location ($TLADCEDE_{Gf,PC,Ye}$) ne peuvent être prélevés que sur les terres difficilement labourables en propriété ($PROPLD_{Gf,PC,Ye}$) (10):

$$(10) \quad TLADCEDE_{Gf,PC,Ye} \leq PROPLD_{Gf,PC,Ye}$$

Les terres facilement labourables en propriété ($PROPLF_{Gf,PC,Ye}$) pour la saison pc sont constitués des terres facilement labourables en propriété ($PROPLF_{Gf,PC-1,Ye}$) de la saison précédente ($pc-1$), plus les terres en friche aménagées dans les zones faciles ($TFAMEF_{Gf,PC,Ye}$) (11):

$$(11) \quad PROPLF_{Gf,PC,Ye} = PROPLF_{Gf,PC-1,Ye} + TFAMEF_{Gf,PC,Ye}$$

Idem les terres difficilement labourables en propriété ($PROPLF_{Gf,PC,Ye}$) pour la saison pc sont constituées des terres difficilement labourables en propriété ($PROPLF_{Gf,PC-1,Ye}$) de la saison précédente ($pc-1$), plus les terres en friche aménagées dans les zones difficiles ($TFAMEP_{Gf,PC,Ye}$) (12):

$$(12) \text{ PROPLD}_{Gf,PC,Ye} = \text{PROPLD}_{Gf,PC-1,Ye} + \text{TFAMEP}_{Gf,PC,Ye}$$

Ce qu'il faut retenir :

- 1) Pas de possibilité d'achat et de vente de terre
- 2) La location de terres est contrainte pour chaque type d'exploitation selon sa localisation
- 3) On considère deux zones : zones faciles (St Joseph, Palmes des Palmistes) et zones difficiles (Hauts de l'Ouest, Plaine des cafres)
- 4) Dans les zones faciles, les prairies permanentes peuvent être fauchées ou pâturées
- 5) Dans les zones difficiles, les prairies permanentes sont forcément pâturées et appartiennent aux prairies difficilement labourables.
- 6) Moins d'un tiers des terres peut être renouvelé

III.3.2. Dynamique du troupeau

Les effectifs d'animaux se raisonnent période par période en fonction des naissances, des ventes et achats et des changements de catégories liés à l'âge. Les principales hypothèses retenues dans la modélisation résultent des pratiques du terrain et des résultats de suivi de performances au CIRAD-Pôle Elevage (Tillard, 2000) :

- Le nombre de génisses gestantes achetées par période et par exploitation ne doit pas dépasser une quinzaine puisque l'offre est limitée ;
- Le maintien de la spécialisation, ce qui signifie que la plupart des veaux sont supposés vendus sauf quelques-uns pour le renouvellement et il n'y a pas non plus d'achat d'animaux mâles ;
- Il n'y a pas d'achat de vaches en production car il n'y a pas de marché ;
- Certains groupes d'exploitations sont obligés d'élever au moins 30% de leurs génisses pour le renouvellement du troupeau.

On se propose de présenter les principaux éléments de la dynamique du troupeau, représentés dans le modèle.

Naissance : L'effectif des veaux mâles ou femelles, appelé respectivement $EFFECTIF_{gf,exf,'veau',gen,pcf,ye}$ et $EFFECTIF_{gf,exf,'vèle',gen,pcf,ye}$, est fonction de l'effectif de vaches laitières ($EFFECTIF_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye}$), du taux de reproduction saisonnier ($repro^{pc}$), du taux de répartition des naissances entre mâles et femelles (TRMF), plus les achats (ANACHAT) et moins les ventes de veaux mâles ou femelles (ANASELL). On suppose un taux de reproduction moyen annuel de 0.82 pour toutes les exploitations et une répartition des naissances sur l'année (Tillard, 2000). Le taux de répartition entre mâles et femelles est fixé à 0,5. Le potentiel génétique (gen) des animaux est assimilé au potentiel laitier. Donc les veaux femelles nés sur l'exploitation ont le même potentiel génétique et donc laitier des reproductrices.

L'effectif des veaux mâles ou femelles pour la saison pc , appelé respectivement $EFFECTIF_{gf,exf,'veau',gen,pcf,ye}$ et $EFFECTIF_{gf,exf,'vèle',gen,pcf,ye}$, s'écrit :

$$EFFECTIF_{gf,exf,'veau',gen,pcf,ye} = EFFECTIF_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye} * repro(pcf) * (1 - TRMF) + ANACHAT_{gf,exf,'veau',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'veau',gen,pcf,ye}$$

$$EFFECTIF_{gf,exf,'vèle',gen,pcf,ye} = EFFECTIF_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye} * repro(pcf) * (1 - TRMF) + ANACHAT_{gf,exf,'vèle',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'vèle',gen,pcf,ye}$$

On suppose que les éleveurs des grandes et moyennes exploitations de plus de 40 vaches laitières doivent conserver au moins 30% des veaux femelles pour assurer leur renouvellement, faute de génisses gestantes sur l'île. Ainsi les ventes de veaux femelles sont limitées :

$$ANASELL_{gf,exf,'vel',gen,pcf,ye} < EFFECTIF_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye} * repro_{pc} * (1 - TRMF);$$

Croissance de génisses et des taurillons : L'effectif des génisses et des taurillons est suivi tous les 6 mois.

Par exemple l'effectif des génisses de 6 mois à 1 an ($gen1$) est égal au stock des veaux femelles de la saison précédente ($STKDEBP$) plus les achats moins les ventes :

$$EFFECTIF_{gf,exf,'gen1',gen,pcf,ye} = STKDEBP_{gf,exf,'vèle',gen,pcf,ye} + ANACHAT_{gf,exf,'gen1',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'gen1',gen,pcf,ye}$$

L'effectif des génisses de 1 an à 1 an et demi ($gen2$) est égal au stock des génisses de moins de 1 an de la saison précédente ($STKDEBP$) plus les achats moins les ventes :

$$EFFECTIF_{gf,exf,'gen2',gen,pcf,ye} = STKDEBP_{gf,exf,'GEN1',gen,pcf,ye} + ANACHAT_{gf,exf,'gen2',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'gen2',gen,pcf,ye}$$

L'effectif des génisses de 1 an et demi à 2 ans ($gen3$) est égal au stock des génisses de moins de 1 an et demi de la saison précédente ($STKDEBP$) plus les achats moins les ventes :

$$EFFECTIF_{gf,exf,'gen3',gen,pcf,ye} = STKDEBP_{gf,exf,'GEN2',gen,pcf,ye} + ANACHAT_{gf,exf,'gen3',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'gen3',gen,pcf,ye}$$

L'effectif des génisses de 2 ans à 2 ans et demi ($gen4$) est égal au stock des génisses de moins de 2 an de la saison précédente ($STKDEBP$) plus les achats moins les ventes :

$$EFFECTIF_{gf,exf,'gen4',gen,pcf,ye} = STKDEBP_{gf,exf,'GEN3',gen,pcf,ye} + ANACHAT_{gf,exf,'gen4',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'gen4',gen,pcf,ye}$$

L'effectif des génisses gestantes de 2 ans et demi ($gen5$) est égal au stock des génisses de moins de 2 an et demi de la saison précédente ($STKDEBP$) plus les achats moins les ventes :

$$EFFECTIF_{gf,exf,'gen5',gen,pcf,ye} = STKDEBP_{gf,exf,'GEN4',gen,pcf,ye} + ANACHAT_{gf,exf,'gen5',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'gen5',gen,pcf,ye}$$

Ainsi on suppose que les génisses sont reproductrices à l'âge de deux ans et donnent leur premier veau la troisième année. On suit de façon identique la démographie des veaux mâles jusqu'à l'âge adulte.

Reproducteurs mâles : L'effectif des reproducteurs mâles est égal à l'effectif des reproducteurs la saison précédente ($STKDEBP_{gf,exf,'reprod',gen,pcf,ye}$), plus les taurillons arrivés à l'âge adulte ($STKDEBP_{gf,exf,'tau5',gen,pcf,ye}$), plus les achats de reproducteurs moins les ventes, au stock précédent :

$$EFFECTIF_{gf,exf,'reprod',gen,pcf,ye} = STKDEBP_{gf,exf,'tau5',gen,pcf,ye} + STKDEBP_{gf,exf,'reprod',gen,pcf,ye} + ANACHAT_{gf,exf,'reprod',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'reprod',gen,pcf,ye}$$

Vaches laitières : L'effectif de vaches laitières est égal à l'effectif de vaches laitières la saison précédente ($STKDEBP_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye}$), plus les génisses gestantes ($STKDEBP_{gf,exf,'gen5',gen,pcf,ye}$), plus les achats moins les ventes, au stock précédent :

$$EFFECTIF_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye} = STKDEBP_{gf,exf,'gen5',gen,pcf,ye} + STKDEBP_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye} + ANACHAT_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye} - ANASELL_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye}$$

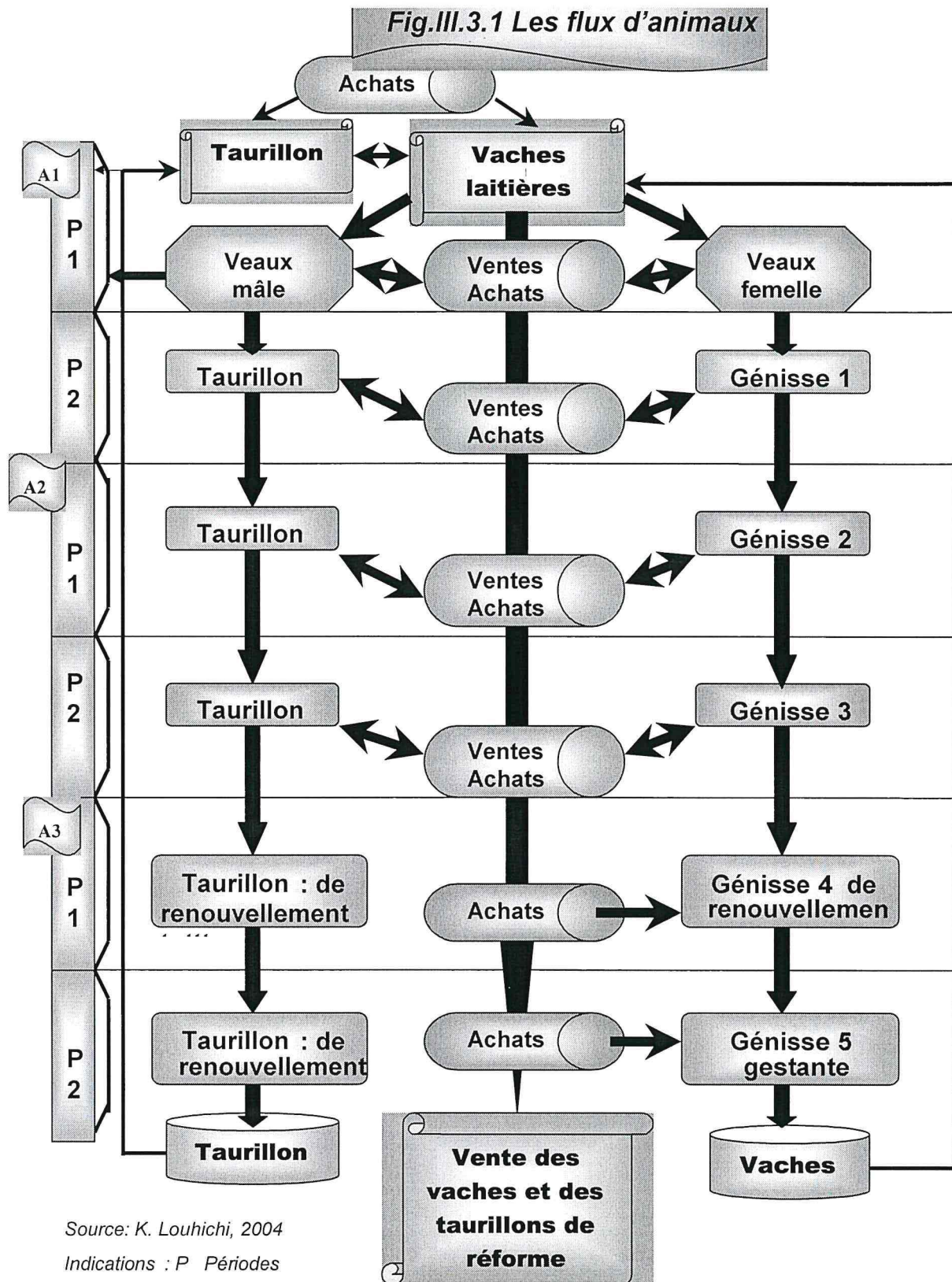
Les ventes de vaches laitières doivent être supérieures au taux de réforme. Ce taux de réforme (TREF) est fonction des pratiques de réforme de chaque type d'éleveur.

$$ANASELL_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye} > tref(exf) * STKDEBP_{gf,exf,'VL',gen,pcf,ye}$$

La dynamique du troupeau est repris et synthétisé dans la figure III.3.1

Ce qu'il faut retenir :
1) Le nombre de génisses gestantes achetées par période et par exploitation ne doit pas dépasser une quinzaine puisque l'offre est limitée ; 2) Le maintien de la spécialisation, ce qui signifie que la plupart des veaux sont supposés vendus sauf quelques-uns pour le renouvellement et il n'y a pas non plus d'achat d'animaux mâles, à l'exception du type 4 qui possède un petit atelier veau ; 3) Il n'y a pas d'achat de vaches en production car il n'y a pas de marché ; 4) Certains groupes d'exploitations (types 2 et 3) sont obligés d'élever au moins 30% de leurs génisses pour le renouvellement du troupeau. 5) Taux de réforme est fonction de chaque type d'exploitation 6) Taux de reproduction est fixe : 0.82 veau par an 7) Taux de mortalité, uniquement sur les veaux mâles et femelles de moins de 6 mois

Fig.III.3.1 Les flux d'animaux



III.3.3. Contraintes d'alimentation⁵

Les choix décisionnels des éleveurs relatifs à l'affouragement comme à la complémentation sont un facteur important des résultats économiques de l'activité laitière (Delattre, 1996), mais aussi des modes de fonctionnement dominants des exploitations laitières à La Réunion. C'est souvent par la maîtrise des coûts d'affouragement que les exploitants sont mieux à même de résister à des changements sur les prix du lait ou des intrants. Compte tenu des recherches ou projets de développement en cours à La Réunion (CIRAD-Elevage, AFP) et des objectifs du modèle (représentation des décisions des éleveurs), une approche pluridisciplinaire des systèmes d'alimentation animale a été choisie. En effet, un éleveur ne découpe pas sa décision entre domaine technique et économique. Sa décision intègre simultanément l'ensemble des facteurs.

Afin de garantir une ration alimentaire optimale capable de satisfaire les besoins et de remédier aux imperfections alimentaires, s'instaure un équilibre entre les besoins alimentaires des animaux, la valeur alimentaire des différents produits de fourrages et ce sur la base des travaux entrepris sur les rations alimentaires des animaux et valeurs des aliments (Grimaud, 2001) et la complémentation des animaux. Cette formulation qui permettra de chercher l'adéquation permanente entre les besoins des animaux et les ressources alimentaires disponibles va contribuer fortement dans :

- La détermination des modes d'alimentation des animaux par saison, approche des temps de pâture par jour pour le système par pâturage et du nombre de balles distribuées par jour pour l'affouragement à l'auge.
- L'organisation du parcellaire : type de prairie, surface, mode de récolte (pâture, ensilage, fourrage vert, etc.), nombre de coupes et de balles (ou de bottes) par coupe et par saison ;
- L'évolution quantitative et monétaire des achats et des ventes de fourrages et de concentrés sur l'année.

1. Besoin nutritif et minéral : entretien et production du lait

On suppose que chaque éleveur vise à satisfaire les besoins alimentaires des animaux en fonction de leur potentiel génétique. La somme des besoins en unités énergétiques (UFL), protéiques (PDIE, PDIN) et minérales (CA, PHO) de chaque catégorie d'animaux par période doit donc être inférieure ou égale au nombre d'unités nutritives disponibles par période (intra consommation (fauche et pâture) + achats extérieurs (fourrages, produits cannes et concentrés).

Soit BESOIN les besoins nutritifs journaliers de chaque catégorie d'animal et NUT la catégorie des besoins (UFL, PDIE, PDIN, Ca et Pho), on suppose que les besoins pour chaque élément nutritif doivent être couverts par les quantités produites et auto consommées (CONSFP), les quantités pâturées (ACTV), les quantités de produits fourragers achetés (concentré non compris) (CONSFA) et les quantités des concentrés (QCA). Pour tous les

⁵ Les valeurs des aliments ainsi que les besoins des animaux et leur capacité d'ingestion sont déterminés respectivement à partir des deux documents de travail suivants : « les rations fourragères à base de graminées dans les élevages bovins réunionnais : méthodes d'estimation de la valeur alimentaire et implications » de P. Grimaud (2001) et « tables de calcul des rations » établis par D. Soltner (1991).

aliments consommés, on tient compte de leur valeur nutritive (VALIM). Ainsi l'équation d'équilibre entre besoin et ressource s'écrit :

$$\begin{aligned}
& \sum_{BOV,GEN} EFFECTIF_{Gf,BOV,GEN,PC,Ye} * (BESOIN_{BOV,GEN,NUT}) * NBRJ_{PC} \leq \\
& \sum_{C,T,PFAU,CP} CONSFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} * VALIM_{C,CP,PFAU,NUT,PC,Ye} \\
& + \sum_{C,CP,T} ACTV_{Gf,C,CP,'pature',T,'pat',PC,Ye} * E(Y_{Gf,C,CP,T,'pat',PC,N}) * VALIM_{C,CP,'pat',NUT,PC,Ye} \\
& + \sum_{C,T,PFAU,CP} CONSFA_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} * VALIM_{C,CP,PFAU,NUT,PC,Ye} \\
& + \sum_{CO} QCA_{Gf,CO,PC,Ye} * VALIM_{CO,NUT}
\end{aligned}$$

On note que la valeur nutritive des produits fourragers produits ou achetés varie selon le mode de récolte (pfa) mais aussi le nombre de coupes durant la saison (cp). Si une prairie est fauchée 4 fois durant la saison, les valeurs protéiniques des quantités récoltées seront plus élevées avec une moindre valeur cellulosique par rapport à un éleveur qui fait une seule coupe.

En annexe D, sont reprises les valeurs énergétiques et protéiniques pour chaque espèce, selon le nombre de coupes. Ces données ont été estimées à partir des travaux suivants : « les rations fourragères à base de graminées dans les élevages bovins réunionnais : méthodes d'estimation de la valeur alimentaire et implications » de P. Grimaud (2001) et « tables de calcul des rations » établies par D. Soltner (1991).

Encombrement

La quantité de matière sèche distribuée par période ne doit pas dépasser la capacité d'ingestion des animaux (ENCOMB).

$$\begin{aligned}
& \sum_{TBOV,GEN} EFF_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * (ENCOMB_{TBOV,GEN}) * NBRJ_{PC} \geq \\
& \sum_{C,T,PFAU,CP} CONSFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} \\
& + \sum_{C,CP,T} ACTV_{Gf,C,CP,'pature',T,'pat',PC,Ye} * E(Y_{Gf,C,CP,T,'pat',PC,N}) \\
& + \sum_{C,T,PFAU,CP} CONSFA_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} \\
& + \sum_{CO} QCA_{Gf,CO,PC,Ye}
\end{aligned}$$

Ration alimentaire

La proportion de chou de canne et de concentré dans la ration alimentaire totale ne doit pas dépasser respectivement les 8% et 70%.

$$\sum_{C,T,CP} (\text{CONSP}_{\text{Gf},C,CP,'chou',PC,Ye} + \text{CONSFA}_{\text{Gf},C,CP,'chou',PC,Ye}) * \text{VALIM}_{C,CP,PFAU,NUT,PC,Ye} \leq 8\% * \text{TOTNUT}_{\text{Gf},NUT,PC,Ye}$$

$$\sum_{CO} \text{QCA}_{\text{Gf},CO,PC,Ye} * \text{VALIM}_{CO,NUT} \leq 70\% * \text{TOTNUT}_{\text{Gf},NUT,PC,Ye}$$

Avec $\text{TOTNUT}_{\text{Gf},NUT,PC,Ye}$: consommation totale en unités nutritives et minérales

$$\begin{aligned} \text{TOTNUT}_{\text{Gf},NUT,PC,Ye} = & \sum_{C,T,PFAU,CP} \text{CONSP}_{\text{Gf},C,CP,PFAU,PC,Ye} * \text{VALIM}_{C,CP,PFAU,NUT,PC,Ye} \\ & + \sum_{C,CP,T} \text{ACTV}_{\text{Gf},C,CP,'pature',T,'pat',PC,Ye} * E(Y_{\text{Gf},C,CP,T,'pat',PC,N}) * \text{VALIM}_{C,CP,'pat',NUT,PC,Ye} \\ & + \sum_{C,T,PFAU,CP} \text{CONSFA}_{\text{Gf},C,CP,PFAU,PC,Ye} * \text{VALIM}_{C,CP,PFAU,NUT,PC,Ye} \\ & + \sum_{CO} \text{QCA}_{\text{Gf},CO,PC,Ye} * \text{VALIM}_{CO,NUT} \end{aligned}$$

De même le taux de cellulose brute dans la ration doit se situer entre 17% et 30% de la ration totale exprimée en matière sèche (Wolter R., 1997) et la quantité de mélasse distribuée ne doit pas dépasser 1 kg par animal et par jour.

$$\begin{aligned} 17\% * (& \sum_{C,T,PFAU,CP} \text{CONSP}_{\text{Gf},C,CP,PFAU,PC,Ye} \\ & + \sum_{C,CP,T} \text{ACTV}_{\text{Gf},C,CP,'pature',T,'pat',PC,Ye} * E(Y_{\text{Gf},C,CP,T,'pat',PC,N}) + \sum_{C,T,PFAU,CP} \text{CONSFA}_{\text{Gf},C,CP,PFAU,PC,Ye} \\ & + \sum_{CO} \text{QCA}_{\text{Gf},CO,PC,Ye}) > \text{TOTNUT}_{\text{Gf},CB',PC,Ye} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 30\% * (& \sum_{C,T,PFAU,CP} \text{CONSP}_{\text{Gf},C,CP,PFAU,PC,Ye} \\ & + \sum_{C,CP,T} \text{ACTV}_{\text{Gf},C,CP,'pature',T,'pat',PC,Ye} * E(Y_{\text{Gf},C,CP,T,'pat',PC,N}) + \sum_{C,T,PFAU,CP} \text{CONSFA}_{\text{Gf},C,CP,PFAU,PC,Ye} \\ & + \sum_{CO} \text{QCA}_{\text{Gf},CO,PC,Ye}) \\ & \text{QCA}_{\text{Gf},\text{'mélasse'},PC,Ye} \\ & \leq \text{TOTNUT}_{\text{Gf},CB',PC,Ye} \end{aligned}$$

Ce qu'il faut retenir:

- 1) la couverture des besoins alimentaires des animaux est assurée par les aliments produits et achetés
- 2) Tous les aliments qu'ils soient produits ou achetés peuvent être vendus ou stockés, s'ils ne sont pas utilisés dans la ration
- 3) La proportion de chou de canne et de concentré dans la ration alimentaire totale ne doit pas dépasser respectivement les 8% et 65%.
- 4) De même le taux de cellulose brute dans la ration doit se situer entre 17% et 30% de la ration totale exprimée en matière sèche (Wolter R., 1997) et la quantité de mélasse distribuée ne doit pas dépasser 1 kg par animal et par jour.
- 5) La consommation de chou, de paille et de bagasse de canne est limitée au niveau régional

2. Dynamique des stocks disponibles**Le bilan de la production végétale espérée**

La vente de fourrages est apparue, ces dernières années, comme une source de revenu très lucrative en raison de l'augmentation de la demande en fourrages par les exploitants laitiers s'installant sur des espaces restreints. En effet, contrairement au lait qui est entièrement vendu à la coopérative, le fourrage peut être auto-consommé (CONSFP), stocké (STPfin) ou vendu (VFP) en fonction de son prix et du prix du lait sur le marché. Le stockage du fourrage a bien sûr des coûts (perte nutritive, entretien du bâtiment de stockage) mais fournit une sécurité pour les saisons qui suivent et constitue un produit potentiel qui sera évalué au prix de revient. Donc le stock final de fourrage produit sur l'exploitation (STPfin) est égal au stock initial provenant des décisions de la saison précédente (STPini), de la production de la saison (ACTV) moins les ventes.

$$STPFin_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} =$$

$$\sum_T ACTV_{Gf,C,CP,AME,T,PFAU,PC,Ye} * E(Y_{Gf,C,CP,T,PFAU,PC,N}) - CONSFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} - VFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} + STPini_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}$$

Avec $E(Y_{Gf,C,S,SO,T,P,N})$: espérance des rendements en TMS par activité sur les états de la nature, soit $E(Y_{Gf,C,S,SO,T,P,N}) = \sum_N (Y_{Gf,C,S,SO,T,P,N} * PROB_N)$ et $CONSFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}$: quantité produite et consommée par le bétail (cession interne).

Le bilan des produits fourragers achetés

Au même titre que la production, l'achat du fourrage (A) est destiné généralement pour la consommation du bétail mais peut être stocké pour une utilisation ultérieure ou vendu en fonction de son prix (VFA).

$$A_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} = CONSFA_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} + VFA_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} + \Delta STA(fin - ini)_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}$$

III.3.4. Facteur travail : contraintes de main-d'œuvre

Du fait du caractère saisonnier de l'activité agricole, cette contrainte doit s'écrire non seulement pour chaque type de travail, mais aussi pour chaque période de l'année susceptible de devenir un goulot d'étranglement pour l'utilisation de cet input. Ceci entraîne de nombreuses conséquences pour l'évaluation du coût d'opportunité des inputs agricoles (Boussard J.M., 1987). Dans notre cas, le manque de main-d'œuvre permanente, d'une part, et l'existence d'un caractère saisonnier des activités agricoles, d'autre part, conduisent les éleveurs à recruter de la main-d'œuvre occasionnelle pour accomplir certains travaux.

Pour formuler cette contrainte, nous avons supposé que, pour chaque période, la somme des besoins en main-d'œuvre de chaque activité (BMC : besoin en main-d'œuvre par culture et/ou prairies, par période et BMUGB : besoin en travail par UGB) ne devrait pas dépasser les ressources en main-d'œuvre disponible pendant cette période (HMOT), aidées par des employés saisonniers si besoin (MOLOU) et ôtées des ressources en main d'œuvre cédées à l'extérieur⁶ (MOCED). En effet, la main d'œuvre, au sein d'une exploitation agricole, qu'elle soit familiale ou salariée peut être utilisée de deux manières différentes : soit pour réaliser les travaux agricoles au sein de cette exploitation et sa rétribution est comprise dans le bénéfice global de cette exploitation, soit pour rechercher un emploi hors de l'exploitation, en cas de non besoin pour cette dernière et dans la limite de la demande extérieure (d'autres exploitations, d'autres secteurs, d'autres régions), et percevoir un salaire évalué par hypothèse au SMIC agricole.

Ainsi l'équation de travail s'écrit :

$$\sum_{C,CP,AME,T,PFAU} ACTV_{Gf,C,CP,AME,T,PFAU,PC,Ye} * BMC_{C,CP,T,PFAU,PC} + \sum_{TBOV,GEN} EFF_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * COEF_{TBOV} * BMUGB \leq HMOT_{Gf,PC,Ye} + MOLOU_{Gf,PC,Ye} - MOCED_{Gf,PC,Ye}$$

Sachant que la disponibilité totale en main-d'œuvre par période et par an (HMOT) est donnée par la disponibilité initiale en heures de main-d'œuvre salariée (HMOSi) et familiale (HMOFi) moins le nombre d'heures passées avec le tracteur au cours de cette période (HMOTRCT):

$$HMOT_{Gf,PC,Ye} = (HMOSi_{Gf} + HMOFi_{Gf}) - HMOTRCT_{Gf,PC,Ye}$$

Le nombre d'heures de tracteur par période (HMOTRCT) est obtenu par la somme des besoins en heures de tracteur pour chaque activité et par période (HTRT), majorée par des heures de traction mécanisée cédées (HTCED), moins les heures de traction mécanisée louées à une exploitation ou entreprise extérieure (HTLOU).

$$HMOTRCT_{Gf,PC,Ye} = HTRT_{Gf,PC,'tracteur',Ye} - HTLOU_{Gf,PC,'tracteur',Ye} + HTCED_{Gf,PC,'tracteur',Ye}$$

⁶ Les coûts de la main d'œuvre louée et cédée sont comptabilisés respectivement dans les coûts salariaux et les ventes de service qui sont expliqués dans la fonction objectif.

L'exploitant ne peut pas donner en location plus d'heures de main-d'œuvre qu'il n'en possède.

$$MOCED_{Gf,PC,Ye} \leq HMOT_{Gf,PC,Ye}$$

Ce qu'il faut retenir :

- | |
|---|
| <p>1) Possibilité de louer ou céder de la main-d'œuvre occasionnelle au tarif du SMIC</p> <p>2) Pas de possibilité d'embauche de travail permanente</p> |
|---|

III.3.5. Facteur capital : contraintes de traction mécanique

De façon analogue aux contraintes relatives aux besoins en main-d'œuvre, la somme des besoins en heures de traction pour chaque activité et par période (BTC: besoin en heures de traction par catégorie d'opération (TSM⁷), par culture et par période et BTUGB_{TSM} : besoin en heures de traction par catégorie d'opération et par UGB) doit être inférieure ou égale au nombre d'heures de traction disponible pour chaque période (HTRT), majorée (si besoin) par des heures de traction louées à une exploitation ou entreprise extérieure (HTLOU) et ôtées des heures de traction cédées⁸ (HTCED).

$$\begin{aligned} & \sum_{C,CP,AME,T,PFAU} ACTV_{Gf,C,CP,AME,T,PFAU,PC,Ye} * BTC_{C,CP,T,PFAU,TSM,PC} \\ & + \sum_{TBOV,GEN} EFF_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * COEF_{TBOV} * BTUGB_{TSM} \\ & \leq HTRT_{Gf,PC,TSM,Ye} + HTLOU_{Gf,PC,TSM,Ye} - HTCED_{Gf,PC,TSM,Ye} \end{aligned}$$

Sachant que la disponibilité en heures de traction mécanique par période (HTRT) est égale à la disponibilité en traction au cours de cette période (DISMA) multipliée par le nombre d'heures réelles (non optimales) d'utilisation de matériel (NBHT) :

$$HTRT_{Gf,PC,TSM,Ye} = DISMA_{Gf,TSM,PC,Ye} * NBHT_{PC,TSM}$$

La disponibilité en traction au cours de la période pc (DISMA_{pc}) est fonction des disponibilités en traction au cours de la période précédente (DISMA_{pc-1}) plus les nouvelles disponibilités liées à l'achat de matériel (AMAT_{pc}) :

$$DISMA_{Gf,TSM,PC,Ye} = DISMA_{Gf,TSM,PC-1,Ye} + AMAT_{Gf,TSM,PC,Ye}$$

Toutefois, l'exploitant ne peut offrir plus d'heures de mécanisation qu'il n'en dispose.

$$HTCED_{Gf,PC,TSM,Ye} \leq HTRT_{Gf,PC,TSM,Ye}$$

⁷ TSM : matériels selon les catégories d'opérations (tracteur, matériel de travail du sol, fertilisation, fauche, ensilage, foin, transport...)

⁸ Les coûts des heures de traction mécanisée louées et cédées sont comptabilisés respectivement dans les achats et les ventes de service qui sont expliqués dans la fonction objectif.

III.3.6. Contraintes relatives à l'élevage : bâtiments

Les besoins des animaux en bâtiments sont la somme des besoins par catégorie d'animal (BESBAT) multipliée par l'effectif d'animaux. Ces besoins ne peuvent excéder la capacité de l'exploitation (DISBAT), plus l'achat éventuel de bâtiments supplémentaires :

$$\sum_{ABOV, GEN} EFF_{Gf, ABOV, GEN, PC, Ye} * BESBAT_{ABOV, GEN} \leq DISBAT_{Gf, PC, Ye}$$

La capacité de l'exploitation durant la période pc (DISBAT) est fonction de la capacité de la saison précédente plus l'achat éventuel de bâtiments supplémentaires (ABAT) :

$$DISBAT_{Gf, PC, Ye} = DISBAT_{Gf, PC-1, Ye} + ABAT_{Gf, PC, Ye}$$

III.4. Approche du système socio-économique et financier

Les principales contraintes économiques et financières de l'exploitation concernent le recours à l'emprunt avec ses obligations de remboursement et l'équilibre de la trésorerie. Les contraintes liées à l'emprunt vont conditionner bien souvent les capacités d'investissement des éleveurs alors que les contraintes de trésorerie plus le crédit de court terme peuvent modifier les modes de conduite du cheptel laitier, notamment le système d'alimentation. Certaines variables calculées du modèle sont détaillées en Annexe E.

III.4.1. Contraintes liées aux emprunts

On suppose que les éleveurs peuvent recourir à deux types d'emprunt, les emprunts de court terme (emprunt sur 1 an) et les emprunts de long terme, chacun assorti d'un ensemble de contraintes de remboursements.

1. Les emprunts de court terme

Conformément aux exigences du Crédit Agricole, on suppose que la somme totale des emprunts pris au cours de l'année (EMPCT) ne doit pas dépasser 20% du chiffre d'affaire provenant des ventes des produits animaux et végétaux et des aides (CA) (1). Le remboursement de ces emprunts à court terme (REMBCT) doit se faire au plus tard à la fin de l'année en cours (2).

$$(1) \sum_{PC} EMPCT_{Gf, PC, Ye} \leq 20\% * CA$$

$$(2) REMBCT_{Gf, PC, Ye} = EMPCT_{Gf, PC-1, Ye}$$

Le montant cumulé des emprunts à court terme par période (CUMECT_{pc}) est égal à celui de la période précédente (CUMECT_{pc-1}), majoré par le montant des emprunts obtenus (EMPCT_{pc}) et ôté du montant des remboursements effectués la période précédente (REMBCT_{pc-1}) (3).

$$(3) CUMECT_{Gf, PC, Ye} = EMPCT_{Gf, PC, Ye} + CUMECT_{Gf, PC-1, Ye} - REMBCT_{Gf, PC-1, Ye}$$

2. Les emprunts de long terme et investissement

Les emprunts à long terme sont uniquement destinés à financer, en complément à l'autofinancement et aux subventions d'équipement, les investissements en capital de grande ampleur. Ces investissements (INV) peuvent être destinés à l'achat des biens d'équipements (AMAT) et d'animaux reproducteurs (ANACHAT), à la construction des bâtiments d'élevage supplémentaires (ABAT), à l'aménagement des terres friches (COAMEF pour des prairies de fauche ou pâture et COAMEP pour des prairies uniquement de pâture) et au renouvellement des prairies (CDV). (4)

$$\begin{aligned}
 (4) \text{ INV}_{Gf,PC,Ye} &= \sum_{TSM} (\text{AMAT}_{Gf,TSM,PC,Ye} * \text{PRIRMAT}_{TSM}) \\
 &+ \sum_{C,CP,AME,PFAU} \text{ACTV}_{Gf,C,CP,AME,'T1',PFAU,PC,Ye} * \text{CDV}_{C,CP,'T1',PC} \\
 &+ \sum_{TBOV,GEN} \text{ANACHA}_{Gf,'GENISSES',GEN,PC,Ye}^9 * \text{PAAR}_{'GENISSES',GEN} \\
 &+ \text{ABAT}_{Gf,PC,Ye} * \text{CROBAT} \\
 &+ \text{TFAMEF}_{Gf,PC,Ye} * \text{COAMEF} \\
 &+ \text{TFAMEP}_{Gf,PC,Ye} * \text{COAMEP}
 \end{aligned}$$

Les subventions d'équipement sont des aides destinées à promouvoir les investissements qui interviennent en augmentation et/ou en amélioration des capacités productives. Elles englobent les subventions à l'importation des génisses (article 4), à l'achat des biens d'équipements et des bâtiments d'élevage, à l'aménagement des terres friches et au renouvellement des prairies (aides UAFP : ces aides arrivent généralement 6 mois après la date de la réalisation de l'investissement). Exceptées celles de l'article 4, ces subventions seront amorties en fonction de la durée d'amortissement de l'investissement auquel elles sont associées et n'interviennent que dans le calcul du solde de trésorerie ou du résultat net de l'exercice. Les subventions d'investissement (SUBEQ) sont calculées pour chaque type d'investissement (5).

$$\begin{aligned}
 (5) \text{ SUBEQ}_{Gf,PC,Ye} &= \sum_{TSM} (\text{AMAT}_{Gf,TSM,PC,Ye} * \text{PRIRMAT}_{TSM} * 0.3) \\
 &+ \sum_{TBOV,GEN} \text{ANACHA}_{Gf,'GENISSES',GEN,PC,Ye} * (\text{PAAR}_{'GENISSES',GEN} - \text{PAA}_{'GENISSES',GEN}) \\
 &+ \text{ABAT}_{Gf,PC,Ye} * \text{COBAT} * 0.50 \\
 &+ \sum_{C,CP,AME,PFAU} \text{ACTV}_{Gf,C,CP,AME,'T1',PFAU,PC-I,Ye} * \text{ADAMEL}_{C,CP,'T1',PC-I} \\
 &+ \text{TFAMEF}_{Gf,PC-I,Ye} * \text{ADAMEF} \\
 &+ \text{TFAMEP}_{Gf,PC-I,Ye} * \text{ADAMEP}
 \end{aligned}$$

Avec:

$\text{AMAT}_{Gf,TSM,PC,Ye}$: nombre d'équipements achetés par catégorie d'opération, par période et par an.

⁹ Génisses : ce sont les animaux reproducteurs à savoir les vaches, les génisses de renouvellement et les génisses gestantes.

$PRIRMAT_{Gf,TSM}$: prix d'achat réel d'équipements sans prise en compte des subventions qui sont de l'ordre de 30 %.

$ANACHA_{Gf,'GENISSES',GEN,,PC,Ye}$: nombre d'animaux reproducteurs achetés (vaches, génisses de renouvellement et génisses gestantes) par catégories, par période et par an.

$PAAR_{TBOV,GEN}$: prix d'achat réel des animaux reproducteurs (sans subvention).

$PAA_{TBOV,GEN}$: prix d'achat des animaux reproducteurs avec prise en compte de la subvention de l'article 4.

$ACTV_{Gf,C,CP,AME,'T1',PFAU,PC,Ye}$: nombre d'hectares renouvelés par type de prairie, type d'aménagement, par produit, par période et par an.

$CDV_{C,CP,'T1',PC}$: charges directes pour le renouvellement d'un hectare sans prise en compte des subventions.

$ABAT_{Gf,PC,Ye}$: construction de m^2 de bâtiments d'élevage supplémentaires

$COBAT$: prix de construction réel d'un m^2 de bâtiments sans prise en compte des subventions qui sont de l'ordre de 50 %.

$TFAMEF_{Gf,PC,Ye}$: nombre d'hectares des terres friches aménagées pour des prairies de fauches et/ou pâtures.

$TFAMEP_{Gf,PC,Ye}$: nombre d'hectares des terres friches aménagées pour des prairies de pâtures uniquement.

$COAMEF$: coût d'aménagement moyen d'un hectare en friche pour des prairies de fauches et/ou pâtures sans prise en compte des subventions.

$COAMEP$: coût d'aménagement moyen d'un hectare en friche pour des prairies de pâture uniquement sans prise en compte des subventions.

$ADAMEL_{C,CP,'T1',PC}$: le montant de l'aide au renouvellement des prairies par ha, par type de prairie et par période.

$ADAMEF$: le montant de l'aide à l'aménagement des terres friches pour des prairies de fauches et/ou pâtures par ha.

$ADAMEP$: le montant de l'aide à l'aménagement des terres friches pour des prairies de pâtures par ha.

Comme nous l'avons déjà signalé, ces investissements de long terme peuvent être financés, après déduction des subventions, soit par les capitaux propres calculés par période et par an (CAPROP), soit par des emprunts à long terme (EMPLT) (6) dont le montant ne doit pas dépasser 80% des sommes investies (7), d'où la relation :

$$(6) INV_{Gf,PC,Ye} - SUBEQ_{Gf,PC,Ye} = EMPLT_{Gf,PC,Ye} + CAPROP_{Gf,PC,Ye}$$

$$(7) EMPLT_{Gf,PC,Ye} \leq 80\% * INV_{Gf,PC,Ye}$$

Les capitaux propres sont dégagés sur la trésorerie de l'année en cours (CASH) après soustraction de l'emprunt à court terme (EMPCT)¹⁰ (8) :

$$(8) CAPROP_{Gf,PC,Ye} \leq CASH_{Gf,PC,Ye} - EMPCT_{Gf,PC,Ye}$$

Le remboursement des sommes empruntées (ADLT) s'effectue, à la fin de l'année, par une annuité de remboursement qui est dégressive sur l'horizon de planification. Soit $DLTi$: la dette initiale en début d'horizon de planification, Dr : durée de remboursement de la dette initiale (calculé pour chaque type d'exploitation) et e : l'année de remboursement des

¹⁰ L'introduction de cette contrainte a pour objectif d'éviter le financement des investissements par des emprunts à court terme.

emprunts de long terme (e_1 à e_k si le remboursement s'étale sur K années), ADLT s'écrit (9) :

$$(9) ADLT_{Gf,PC,Ye} = [DLTi_{Gf} * (1/Dr_{Gf}) + \sum_{PC} \frac{EMPLT_{Gf,PC,Ye}}{card(e)} + \sum_{PC,e} \frac{EMPLT_{Gf,PC,Ye-ORD(e)}}{card(e)}]$$

Le montant de cette annuité (ADLT) majoré des intérêts relatifs à la dette initiale à long terme, ne doit pas dépasser 80% de l'excédent brut d'exploitation (EBE). Avec TLT : le taux d'intérêt de la dette, on écrit (10):

$$(10) \sum_{PC,Ye} ADLT_{Gf,PC,Ye} + (DLT_{Gf,PC,Ye} * TLT * NBRJ_{PC}/365) \leq 0.8 * \sum_{PC,Ye} EBE_{Gf,PC,Ye}$$

La dette à long terme restant à payer en fin de chaque période et chaque année ($DLT_{Gf,PC,Ye}$) est actualisée chaque période en fonction des emprunts réalisés au cours de la période ($EMPLT_{pc}$) et de la dette restante (DLT_{pc-1}) (11) :

(11)

$$DLT_{Gf,PC,Ye} = DLT_{Gf,PC,Ye-1} + EMPLT_{Gf,PC,Ye}$$

$$DLT_{Gf,PC,Ye} = DLTi_{Gf} + EMPLT_{Gf,PC,Ye}$$

$$DLT_{Gf,PC,Ye} = [DLTi_{Gf} * (1-ord(ye)/Dr_{Gf}) + \sum_{PC,e} EMPLT_{Gf,PC,Ye-(ord(e)-1)} * (1 - \frac{ord(e)}{card(e)})]$$

Certaines exploitations qui sont dans une situation économique et financière très difficile peuvent bénéficier du Fonds d'Aides Régionales aux Eleveurs Bovins (FAREBO) qui a pour objectif la sauvegarde de l'emploi et des exploitations d'élevage bovin en difficultés financières par la mise en place d'un plan de redressement établi à partir d'une analyse technico-économique de l'exploitation.

Cette aide se base en grande partie sur l'effacement, à raison de 40% des retards constatés des dettes professionnelles, dans la limite de 30 490€ (environ 200 000 F) par exploitation renouvelable qu'au delà d'un délai de 5 ans. Les critères d'appréciation de cette aide sont les suivants : détenir au moins 10 UGB, disposer d'un suivi comptable et de gestion depuis au moins 3 ans, avoir un chiffre d'affaire lié à l'activité bovine au moins égal à 50% du chiffre d'affaire global et être reconnu en situation financière fragile et présenter des dettes liées à l'activité supérieures à 1525€ (environ 10 000 F).

Dans le cas de notre travail, cette aide s'appliquera uniquement à la dette à long terme initiale, à raison de 40%, et pour les exploitations en difficulté car, premièrement, on ne dispose d'aucune hypothèse sur l'évolution future de ce type d'aide, deuxièmement, la plupart des exploitations étudiées ont dépassé les phases difficiles d'installation et de démarrage et enfin les nouveaux emprunts à long terme sont de plus en plus conditionnés et par conséquent le risque de surendettement est réduit.

Ce qu'il faut retenir :

- 1) Le montant des crédits de court terme ne doit dépasser 20% du chiffre d'affaire annuel et le remboursement des crédits sur une saison se réalise la saison suivante.
- 2) Les crédits de long terme ne concernent que les investissements agricoles : équipement, achat d'animaux reproducteurs, bâtiments, aménagement de prairies. Au moins 20% de ces investissements sont couverts par les capitaux propres.
- 3) Les annuités sur les emprunts ne peuvent excéder 80% de l'Excédent Brut d'Exploitation.

III.4.2. Contraintes de trésorerie

La contrainte de trésorerie présente une spécificité particulière qui se manifeste par la présence de deux types de trésoreries : une trésorerie de la période et une trésorerie de début de l'année.

Le solde de trésorerie de la période précédente, majoré des rentrées monétaires de la période et diminué des déboursements périodiques, donne l'état de la trésorerie de la période en cours.

Solde de trésorerie de la période

Dépenses périodiques : charges directes (hors l'achat des animaux reproducteurs), charges fixes, location de terre, location de matériel, intérêts payés, remboursements emprunts, placements par période, prélèvements familiaux et pour apport au capital.	Solde de trésorerie de la période précédente Recettes périodiques : ventes, aides, primes, location de terre, location de matériel, emprunts périodiques, intérêts perçus et revenus extérieurs ¹¹
Solde de trésorerie périodique	

La trésorerie (CASH) de la période s'écrit donc (12):

$$(12) \text{CASH}_{Gf,PC,Ye} = [\text{REV}_{Gf,PC,Ye} - \Delta \text{stock} - \text{INTCB}_{Gf,PC,Ye} + \text{ADLT}_{Gf,PC,Ye}$$

$$+ \sum_{TBOV,GEN} \text{ANACHA}_{Gf, 'GENISSES', GEN, PC, Ye} * \text{PAA}_{'GENISSES', GEN}]$$

$$+ [\text{TRES}_{Gf,PC,Ye} + \text{CASH}_{Gf,PC-1,Ye}]$$

$$+ [\text{CREANCE}_{iGf} - \text{DETTE}_{iGf}]$$

$$+ [\text{EMPCT}_{Gf,PC,Ye} - \text{REMBCT}_{Gf,PC,Ye}]$$

$$- \text{EPARBL}_{Gf, PC, Ye} - \text{EPARG}_{Gf,PC,Ye}$$

$$- \text{PRELEVHP}_{Gf,P,A} - \text{CAPROP}_{Gf,PC,Ye}$$

Avec

$\text{CASH}_{Gf,PC,Ye}$: solde de trésorerie périodique

$\text{REV}_{Gf,PC,Ye}$: revenu disponible (calculé en annexe E)

$\text{PRELEV}_{Gf,PC,Ye}$: prélèvement familial par période et par an (paramètre exogène)

¹¹ Le revenu extérieur n'est pas pris en compte dans cette version du modèle car même s'il existe dans certaines exploitations, il n'intervient pas dans leurs soldes de trésoreries.

EMPCT _{Gf,PC,Ye}	: emprunt périodique à court terme
REMCT _{Gf,PC,Ye}	: remboursement périodique des emprunts à court terme
EPARG _{Gf,PC,Ye}	: montant placé à 2% par période et par an
EPARBL _{Gf,PC,Ye}	: montant placé à 6% par période et par an
CREANCE _{iGf}	: montant des créances initiales
DETTE _{FiGf}	: montant de la dette fournisseur initiale

La trésorerie du début de l'année (TRES) correspond à la trésorerie de la fin de l'année précédente majorée du montant de l'épargne annuelle (CUMEPAG) et diminuée des annuités de remboursement des emprunts à long terme (ADLT) (13).

Trésorerie du début de l'année

Annuités de remboursement emprunts à long terme	Solde de trésorerie de l'année précédente Epargne annuelle
TRESORERIE DU DEBUT DE L'ANNEE	

$$(13) \text{TRES}_{Gf, 'P1', Ye} = \text{TRESin}_{Gf} + \text{CASH}_{Gf, 'P2', Ye-1} + \text{CUMEPAG}_{Gf, 'P2', Ye-1} - \text{ADLT}_{Gf, 'P2', Ye-1}$$

Avec $\text{TRES}_{Gf, 'P2', Ye} = 0$;

$\text{TRES}_{Gf, PC, Ye}$	: cash-flow ou trésorerie du début de l'année
$\text{CUMEPAG}_{Gf, PC, Ye}$	: montant de placement disponible cumulé par période et par an
TRESin_{Gf}	: trésorerie initiale (au début de l'horizon de planification)
$\text{ADLT}_{Gf, PC, Ye}$	: annuité de remboursement des emprunts à long terme par période et par an

III.4.3. Contraintes réglementaires liées aux systèmes d'aides

1. Contrainte liée à l'obtention du plan de développement laitier (PDL)

Mis en place depuis 1984, les Plans de Développement Laitier ont toujours eu pour principal objectif l'augmentation de la production laitière dans les hauts de l'île par un accroissement du cheptel laitier. Il vise à soutenir les éleveurs laitiers à constituer un cheptel de producteurs dans le cadre d'un schéma génétique susceptible d'assurer la pérennité et la croissance du cheptel local en prenant en charge partiellement les coûts liés à l'élevage d'une génisse jusqu'au vêlage. Jusqu'à l'année 2000, le montant de l'aide proposé par ce plan était de 1 485€ (9 750 francs) par génisse (vache) laitière, venant en accroissement net du troupeau, plafonné à 40 vaches présentes sur l'exploitation, à 743 € (4875 francs) pour la plage de vaches entre 40 et 60 et à 373 € (2 450 francs) pour la plage entre 60 et 80. Le versement est annuel, il a eu lieu chaque début d'année sur présentation de justificatifs, sachant que les dépenses sont plafonnées à 59 440 € (390 000 francs) par exploitation sur 6 ans, jusqu'au 31/12/2002. Avant cette date, les éleveurs qui ont inscrit un PDL devraient impérativement atteindre l'effectif enregistré pour pouvoir inscrire un nouveau PDL.

Pour modéliser cette prime, nous avons distingué deux types de vaches : vaches avec primes dont le nombre est conditionné par la réglementation du PDL et les vaches sans primes dont le nombre est illimité. Parmi les vaches avec primes, on trouve celles avec prime par tête de 1485€, de 743€ et de 373€.

Soit $Y_e = 1$ (2000) : $PDL_{Gf,PC,Y_e} = PDL_{iPC}$

$1 < Y_e \leq 3$ (2002)

$$PDL_{Gf,P1',Y_e} = PRDL1 * \left(\sum_{GEN} (EFFVP1_{Gf,'vl',GEN,'P2',Y_e-1} - STKDV_{Gf,'vl',GEN,'P1',Y_e-1}) \right)$$

$$+ PRDL2 * \sum_{GEN} EFFVP2_{Gf,'vl',GEN,'P2',Y_e-1}$$

$$+ PRDL3 * \sum_{GEN} EFFVP3_{Gf,'vl',GEN,'P2',Y_e-1}$$

$$EFFVP_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e} = EFFVP1_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e} + EFFVP2_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e} + EFFVP3_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e}$$

$$\sum_{GEN} EFFVP_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e} \leq EFFPDL$$

$$\sum_{PC,Y_e} PDL_{Gf,PC,Y_e} \leq MAXPDL$$

Avec :

PDL_{PC,Y_e} : la tranche de PDL reçue par période et par an.

PRDL1 : le montant de la prime PDL par vache (1485€/vache) jusqu'à 40 vaches

PRDL2 : le montant de la prime PDL par vache (743€/vache) pour la plage 40-60 vaches

PRDL3 : le montant de la prime PDL par vache (373€/vache) pour la plage 60-80 vaches

PDL_{iPC} : la tranche de PDL à percevoir en 2000 sur la base des résultats de l'année 1999.

$EFFVP_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e}$: effectif des vaches avec prime à la fin de chaque période.

$EFFVP1_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e}$: effectif des vaches avec prime par tête de 1485€.

$EFFVP2_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e}$: effectif des vaches avec prime par tête de 743€.

$EFFVP3_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e}$: effectif des vaches avec prime par tête de 373€.

EFFPDL : effectif des vaches inscrit en PDL (avant 2000)

$STKDV_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e}$: effectif de vaches avec et sans primes au début de chaque période.

MAXPDL : le montant maximal de PDL par exploitation sur 6 ans

Après deux ans de blocage (2000-2001), le PDL a repris en 2002 avec une nouvelle réglementation. Cette réglementation fixe le montant de l'aide à 1 485€ (environ 9 750 francs) par génisse (vache) laitière primaire présente sur l'exploitation ayant vêlé dans l'année, venant en accroissement net du troupeau, jusqu'à 40 vaches laitières présentes par exploitation (dans le cas des GAEC reconnus, ces plafonds sont multipliés par le coefficient de transparence, dans la limite de 2). Elle est rétroactive pour les éleveurs ayant des dossiers en attente depuis 2 ans et par conséquent fin 2002 ils devraient recevoir cette première tranche. Par contre pour les nouveaux dossiers, qui viennent d'être déposés au début de 2002, la première tranche n'arrivera qu'en 2003. Le versement reste annuel, il aura lieu chaque début d'année sur présentation de justificatifs sachant que les dépenses seront toujours plafonnées à 59 440 € (390 000 francs) par exploitation sur 6 ans, jusqu'au 31/12/2008.

$Y_e = 3$ (2002) : uniquement pour les exploitants qui ont droit à la rétroactivité

$$PDL_{Gf,'P2',Y_e} = PRDL * Coffrep_{GF,PC} * \left(\sum_{GEN} (EFFVP_{Gf,'vl',GEN,'P2',Y_e-1} - STKDV_{Gf,'vl',GEN,'P1',Y_e-2}) \right)$$

$Y_e \geq 4$ (2003)

$$PDL_{Gf,'P1',Y_e} = PRDL * Coffrep_{GF,PC} * \left(\sum_{GEN} (EFFVP_{Gf,'vl',GEN,'P2',Y_e-1} - STKDV_{Gf,'vl',GEN,'P1',Y_e-1}) \right)$$

$$\sum_{GEN} EFFVP_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e} \leq SEUIL * Coeftrans$$

$$\sum_{PC,Y_e} PDL_{Gf,PC,Y_e} \leq MAXPDL$$

$STKDV_{Gf,'vl',GEN,PC,Y_e}$: effectif de vaches (avec et sans primes) au début de chaque période.

SEUIL : la limite réglementaire pour le nombre de vaches avec primes (40 vaches).

PRDL : le montant de la prime PDL par vache (1485€/vache)

$Coffrep_{GF,PC}$: le coefficient de reproduction

$Coeftrans_{Gf}$: le coefficient de transparence (il est déterminé par l'arrêté d'agrément dans le cadre de la gestion des aides communautaires).

2. Contrainte liée à l'obtention de l'indemnité compensatoire des handicaps naturels (ICHN)

L'Indemnité Compensatoire des Handicaps Naturels a pour but d'assurer l'exploitation continue des surfaces agricoles de manière à contribuer au maintien d'une communauté rurale viable, préserver l'espace naturel et promouvoir des modes d'exploitation durables qui tiennent compte en particulier des exigences environnementales. Le montant de ces indemnités est dûment modulé en tenant compte de la situation et des objectifs de développement propres à la région, de la gravité des handicaps naturels affectant l'activité agricole ou des problèmes environnementaux particuliers à résoudre. Les modalités et les conditions indispensables pour l'obtention de cette indemnité changent d'une année à l'autre mais restent toujours liées aux chargements. Ainsi en 2000, le montant de l'aide a été fixé à 180 € (1180 francs) par UGB, jusqu'à 50 UGB, pour les exploitations ayant un nombre d'UGB par hectare inférieur à 1 et à 180 € (1180 francs) par hectare, limité à 50 hectares, pour celles qui ont un nombre d'UGB par hectare supérieur à 1.

A partir de 2001, les modalités ont été changées de nouveau et l'indemnité est désormais calculée à l'hectare de surface fourragère dans la limite de 50 ha mais reste toujours conditionnée par le chargement selon les modalités suivantes :

Tableau III.4.1 : Répartition des aides ICHN selon les plages de chargements (2001)

(UGB/ha)	0.10 - 0.5	0.51 - 0.8	0.81 - 2.5	2.51 - 4.0	4.01 - 6.0	6.01 - 14
Coefficient	-10%	-20%	100%	-10%	-20%	-34%
Montant (€/ha)	162	144	180	162	144	118.8

Le dépôt de dossier s'effectue au mois d'avril, au même moment où se font les déclarations de surface, mais le versement qui est unique et représentant la totalité de l'aide n'arrivera que trois mois plus tard.

- $Y_e = 1$ (2000)

$$ICHN_{Gf, 'P2', Y_e} = PRHN * TTOT_{Gf, 'P1', Y_e} (NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} / TTOT_{Gf, PC, Y_e} \geq 1)$$

$$ICHN_{Gf, 'P2', Y_e} = PRHN * NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} (NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} / TTOT_{Gf, PC, Y_e} \leq 1)$$

- $Y_e \geq 2$ (2001)

$$ICHN_{Gf, 'P2', Y_e} = PRHN * TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \quad (\text{si } 0.8 \leq NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} / TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \leq 2.5)$$

$$ICHN_{Gf, 'P2', Y_e} = 0.9 * PRHN * TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \quad (\text{si } 0.1 \leq NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} / TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \leq 0.5)$$

$$ICHN_{Gf, 'P2', Y_e} = 0.9 * PRHN * TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \quad (\text{si } 2.51 \leq NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} / TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \leq 4.0)$$

$$ICHN_{Gf, 'P2', Y_e} = 0.8 * PRHN * TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \quad (\text{si } 0.51 \leq NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} / TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \leq 0.8)$$

$$ICHN_{Gf, 'P2', Y_e} = 0.8 * PRHN * TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \quad (\text{si } 4.01 \leq NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} / TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \leq 6.0)$$

$$ICHN_{Gf, 'P2', Y_e} = 0.66 * PRHN * TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \quad (\text{si } 6.01 \leq NUGB_{Gf, 'P1', Y_e} / TLAB_{Gf, 'P1', Y_e} \leq 14)$$

Avec :

$ICHN_{Gf, PC, Y_e}$: le montant de l'indemnité reçue chaque fin d'année

$NUGB_{Gf, PC, Y_e}$: le nombre d'UGB total disponible par période et par an

$TTOT_{Gf, PC, Y_e}$: surfaces totales disponibles.

$PRHN$: le montant de l'indemnité par hectare ou par UGB (1180F/ha ou 1180F/UGB)

$TLAB_{Gf, PC, Y_e}$: surface labourable (fourragère).

3. Contrainte liée à l'obtention de la prime à la conservation de génisses

Cette prime a pour objectif d'inciter à la conservation des génisses nées localement pour constituer un cheptel de qualité adapté aux conditions locales. Le montant de cette prime est fixé à 152€ (1000 francs) par génisse d'au moins 18 mois, identifiée par l'EDE et provenant de l'insémination artificielle ou d'un taureau agréé. Le versement est annuel, il aura lieu chaque début d'année sur présentation de justificatifs.

$$CGENIS_{Gf, 'P1', Y_e} = PRG * EFF_{Gf, 'GEN3', GEN, 'P2', Y_e - 1}$$

PRG : le montant de la prime par génisse (152,45€/génisse)

$CGENIS_{Gf, 'P1', Y_e}$: le montant de la prime reçuE chaque début d'année

$EFF_{Gf, 'GEN3', GEN, PC, Y_e}$: effectif des génisses de 12 à 18 mois.

Conclusion

Ainsi à partir de ses anticipations sur les prix et les aides futures et des moyens à sa disposition, on suppose que l'éleveur choisit son système fourrager et animal sur une saison donnée pc dans l'objectif de maximiser son revenu disponible sur l'horizon de planification choisi. Le ménage maximise cette fonction objectif sous des contraintes techniques, économiques, financières et sécuritaires. Les contraintes techniques limitent l'espace des activités agricoles en fonction des caractéristiques du milieu naturel (climat, type de sol) et des techniques disponibles et possibles. Les contraintes économiques et financières s'intéressent aux prix moyens des intrants et des produits et aux conditions d'accès au crédit. Les anticipations de prix sont généralement fonction des prix passés et des nouvelles

informations sur l'offre ou la demande. La contrainte de sécurité ou la mesure du risque est telle que, dans la plus mauvaise configuration des prix et des rendements, le producteur puisse assurer un revenu minimum ; elle impose donc l'établissement d'un seuil de revenu pour faire face à une mauvaise année.

Une fois le modèle conçu, qui est une représentation simplifiée de l'exploitation, il est nécessaire de valider le modèle à savoir de s'assurer que le modèle représente bien le processus de décision des éleveurs. Ensuite, ce sera possible de réaliser des scénarios de changements techniques ou politiques sur le comportement des producteurs. En Annexe D, est présenté l'ensemble des tables de paramètres sur lesquelles on peut élaborer des scénarios.

-IV-

RESULTATS DU MODELE : SITUATION DE REFERENCE ET EXEMPLES DE SIMULATIONS

« Pour qu'un modèle soit valable, et étalonné, il faut que celui-ci donne des résultats conduisant à considérer comme optimale la ligne d'action effectivement suivie par les agriculteurs après avoir eu le temps de s'adapter à leur environnement » (Boussard, 1970). Une fois étalonné, c'est-à-dire expliquant correctement les décisions prises dans le passé par les agriculteurs et donc suffisamment représentatif de leur comportement économique, on peut utiliser le modèle de façon prévisionnelle : quelles pourront être les nouvelles décisions des agriculteurs suite à un changement de leur environnement (niveaux des prix, des primes, progrès technique, etc.).

Aussi on se propose de présenter les principaux résultats de validation et les premiers résultats de simulation.

IV.1. Définition de la situation de référence

IV.1.1. Comparaison des résultats simulés et résultats observés

La validation comprend une phase de calibration (ajustement de variables de paramétrage) et de comparaison des résultats du modèle aux données réelles. L'opération de calibration est un processus de paramétrage et de validation pour ajuster le modèle au comportement des producteurs (Hazell et Norton, 1986). L'ajustement du coefficient d'aversion au risque (Φ) dans le modèle a participé au processus de calibration et de validation du modèle et permet de comparer le processus de décision des agents dans un environnement certain et incertain (Roumasset *et al.*, 1979). La validation a été en partie conduite avec les agents de la filière (notamment pour identifier les variables clés de la validation) et les éleveurs laitiers pour comprendre les écarts entre la réalité et les résultats du modèle et ajuster le modèle.

Dans l'annexe F, sont reportés l'ensemble des résultats de la validation. Ici ne sont repris que les principaux résultats. Le tableau IV.1.1 montre une relative bonne approche des décisions des éleveurs pour ce qui concerne l'atelier élevage ou les résultats économiques et financiers de l'exploitation.

**Tableau IV.1.1: Variation entre les données observées (enquête)
et les résultats de simulation (en %)**

	Caractéristiques		Comparaison entre valeurs observées/simulations (%)			
	Surface fourragère (en ha)	Effectif vaches laitières (nombre)	Production de lait	Effectif vaches laitières	Endette-ment	Revenu disponible
Type 1	6	24	-0.62	-1.44	6.26	1.27
Type 2	24	57	1.19	0.83	-2.52	0.31
Type 3	14	48	-2.23	0.59	-0.48	14.02
Type 4	3	20	1.32	1.96	11.72	18.39
Type 5	6	19	-2.03	-0.34	2.78	-2.93
Type 6	22	25	-3.71	-2.95	1.17	-10.64

La comparaison des données concernant la production laitière reflète en partie le potentiel génétique des vaches laitières et son effectif. Les écarts obtenus sont plus importants pour les données économiques et financières. En fait les données observées dans la situation réelle sont en partie les données collectées auprès des centres de comptabilité. Ces données sont donc calculées d'après les normes comptables et fiscales en vigueur alors que les résultats économiques et financiers dans le modèle sont calculées sur la base du comportement de producteurs, notamment en ce qui concerne la conduite de son élevage et ses décisions d'investissement. Par exemple, le taux de dépréciation utilisé dans le modèle est fonction de la durée de vie espérée de l'investissement et non des règles fiscales qui vont avantager ou désavantager les producteurs. Ceci explique que l'on puisse enregistrer des écarts de 10% sur les revenus disponibles. Ces écarts sont bien plus importants pour les intérêts des emprunts qui peuvent attendre -66% pour le groupe 2 (soit 1826 Euros) et l'amortissement qui atteint -150% pour le groupe 5 (soit 2104 euros). D'une part si les écarts sont importants en valeur relative, leur montant reste relativement raisonnable. D'autre part, ces écarts sont fortement liés à la façon de calculer les annuités (approche linéaire ou régressive) comme les amortissements (technique ou comptable).

Essayer d'incorporer l'ensemble des facteurs, contraintes ou règles qui expliquent cet écart non seulement alourdirait considérablement le modèle mais risquerait de conduire à une approche erronée du comportement des producteurs, dans le sens où nombre d'entre eux ne lisent pas ces comptes et donc n'en tiennent pas compte dans leur processus de décision. En outre, il ne faut pas oublier que le modèle ne vise pas à restituer un compte d'exploitation mais à comprendre les grands tendances d'évolution de la production laitière et de la viabilité des éleveurs face à des changements externes. Dans ce cadre, les écarts observés sont très corrects.

La comparaison des achats et des ventes d'animaux entre le réel et le simulé doit nous permettre de vérifier que le modèle reflète bien les stratégies de capitalisation comme les modes de conduite du cheptel par les éleveurs (Tableau IV.1.2).

Tableau IV.1.2 : Variation entre les données observées (enquête) et les résultats de simulation pour les mouvements d'animaux (en effectif)

	Vente d'animaux					Achat d'animaux		
	Réforme		Vente de veaux		Variation des recettes liées à la vente des animaux (en %)	Achat de génisse en gestation		
	Observé	An1	Observé	An1		Observé	An1	Variation des dépenses liées à l'achat des animaux (en %)
Type 1	4	3	14	11	-0.46	0	0	0
Type 2	3	3	29	29	-3.7	17	15	12.64
Type 3	3	3	12	14	0.82	6	5	21.67
Type 4	0	1	14	13	2.3	7	7	-4.87
Type 5	2	1	10	10	-0.33	5	8	-33.64
Type 6	3	1	15	21	-16.12	2	1	11.44

Les déviations calculées concernant les mouvements des animaux reflètent en partie les modes de conduite de l'ensemble des types d'éleveurs. Toutefois on observe quelques écarts concernant les décisions de capitalisation (achat de génisses) et les réformes.

Les écarts observés en matière d'achat de génisses, donc de capitalisation, notamment pour les petites exploitations (type 5) sont dus en partie au changement d'environnement institutionnel. En effet, durant les enquêtes conduites en 2000, les aides publiques concernant la capitalisation et plus exactement le Plan de Développement Laitier avaient été suspendues sans assurance de renouvellement. Les PDL ont été renouvelés en 2001. Aussi, les éleveurs en 2000 ont ralenti leur plan de capitalisation. Alors que dans le modèle, même si les PDL ne sont de nouveau possibles qu'à partir de 2001, les éleveurs choisissent leur plan de production sachant qu'en 2001 ils auront des aides rétroactives.

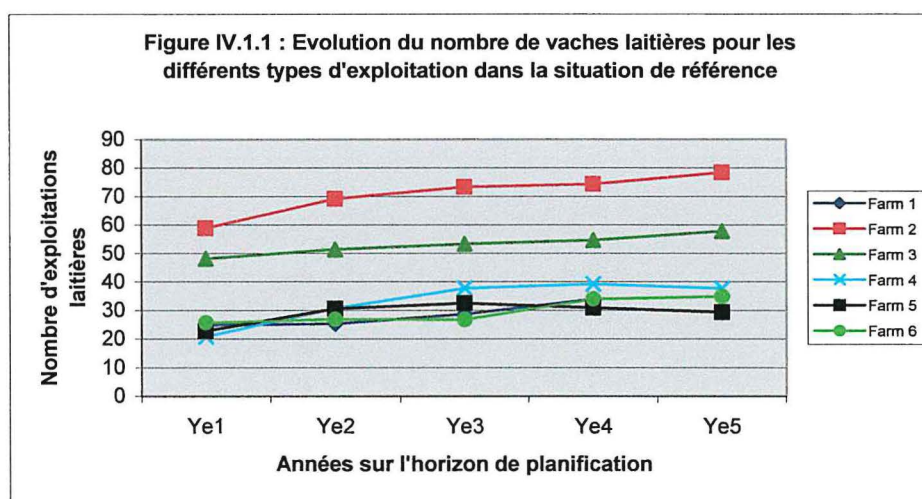
Les écarts observés concernant le niveau de réforme s'expliquent en partie par le fait que dans le modèle on fixe un taux minimum de réforme. Or dans la réalité, ce taux de réforme peut varier d'une année sur l'autre en fonction des capacités de renouvellement et du processus d'accroissement du troupeau, etc. Par exemple, les exploitations de types 5 et 6 sont les petites exploitations qui ont reçu des PDL pour accroître leur troupeau. Compte tenu de la forte contrainte foncière, celles-ci ont tendance à réformer plus vite les vaches laitières peu productives et à investir dans des génisses à plus haut potentiel laitier.

Enfin, on note quelques écarts sur les décisions de vente des veaux. Généralement tous les veaux mâles sont vendus à l'âge de 8 jours et le nombre de veaux mâles vendus est fonction en partie du taux de reproduction des vaches laitières. Dans le modèle on suppose un taux de reproduction de l'ordre de 82% par an, qui est le taux moyen observé à La Réunion (Tillard, 2000). Mais dans la réalité on peut avoir des écarts d'une année sur l'autre pour le même élevage qui sont liés à une multiplicité de facteurs dont il serait difficile de modéliser.

IV.1.2. Définition de la situation de référence

Un deuxième test de la validation est l'approche de la stabilité du modèle basée sur l'analyse de l'évolution de variables au cours de l'horizon de planification (ye1 à ye 5), sans changement extérieur. Le test de stabilité comprend deux objectifs : (i) S'assurer qu'il n'y a pas de variations endogènes¹² ; (ii) analyser les changements techniques et économiques de chaque type et les confronter aux changements envisagés par les éleveurs ou les agents de la coopérative. Les tendances simulées sans changements extérieurs vont constituer la situation de « référence » pour analyser les changements liés aux différents scénarios par la suite.

La figure IV.1.1 représente l'évolution du cheptel laitier pour chaque type d'exploitation sur l'horizon de planification. L'augmentation du cheptel laitier pour l'ensemble des groupes est en partie liée aux Plans de Développement Laitier (PDL), accompagnés d'une politique de prix du lait favorable aux éleveurs. Avec le maintien de ces aides, les exploitations Hors sol (type 4) pourraient atteindre une taille de troupeau proche de l'optimum défini par la coopérative pour assurer la viabilité et la durabilité des exploitations laitières sur l'île.



Ces augmentations du capital cheptel vont induire d'importants changements, notamment au niveau du revenu net disponible et du taux d'endettement. Mais on n'observe pas toutefois de changements brusques des variables économiques et financières qui pourraient signifier des chocs endogènes. Mais si les objectifs de capitalisation sont voisins, le chemin pour s'y rendre diffère en fonction du mode de fonctionnement dominant de l'exploitation (notamment du mode d'affouragement) et des modes de gestion de la trésorerie comme des finances.

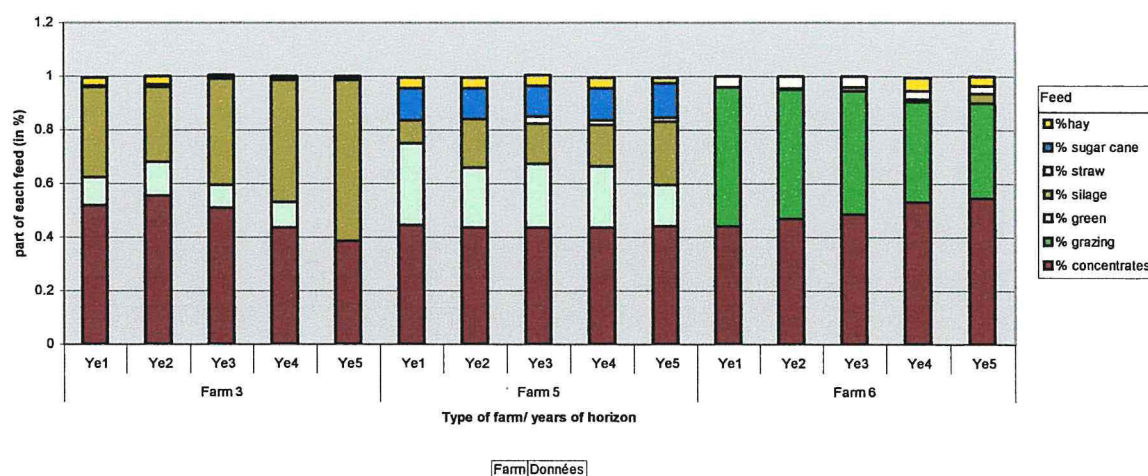
Si l'augmentation du cheptel laitier est importante pour le type 4 (voisin de 19%), il est relativement lent pour les autres types (moins de 10%). Pour le type 5, l'effectif reste voisin de 30 vaches laitières. Ce type d'exploitation a une marge de manœuvre plus étroite en raison d'un foncier restreint avec peu de perspectives d'agrandissement, car situé dans une zone fortement prisée qu'est la Plaine des Cafres. Avec seulement 6 ha en moyenne, ces

¹² En d'autres termes, si on enregistrait des variations erratiques dans la situation de référence, il serait difficile lors de simulation de savoir si la variation est endogène ou liée aux changements proposés dans le scénario de simulation

exploitations préfèrent investir dans du matériel génétique performant pour augmenter les rendements par hectare. Aussi à la fin de l'horizon de planification, la moitié des vaches laitières (47%) produisent en moyenne 6000 litres/an, contre 5500 litres par an dans la situation de référence. Ces exploitants vont mettre à profit les subventions à l'implantation de prairies pour convertir les prairies de graminées tempérées en prairies de graminées tropicales (notamment par l'ensemencement de chloris) et aussi renouveler une partie de la canne fourragère. Progressivement ils vont substituer une partie des fourrages achetés par une ration de chloris donnée en vert (Figure IV.1.2).

Les groupes 1 et 6 se rapprochent progressivement d'un effectif total de 35 vaches laitières. En raison des conditions climatiques propres à chacune de leur zone, la part de concentré reste relativement élevée, voisine de 48 à 56% de l'apport en matière sèche. Avec l'augmentation du cheptel laitier, les exploitants de la Plaine de Grègues (voire St Joseph) préfèrent maintenir un système de récolte en vert avec un apport conséquent de concentrés. Par contre les exploitants du groupe 6 augmentent la quantité de concentré acheté faute d'alternative dans les Hauts de l'Ouest. Sur l'horizon de planification, ce groupe va convertir seulement 1 ha en prairies de fauche pour faire un peu d'ensilage.

Figure IV.1.2 : Adjustment of feed ration for 3 types of farm

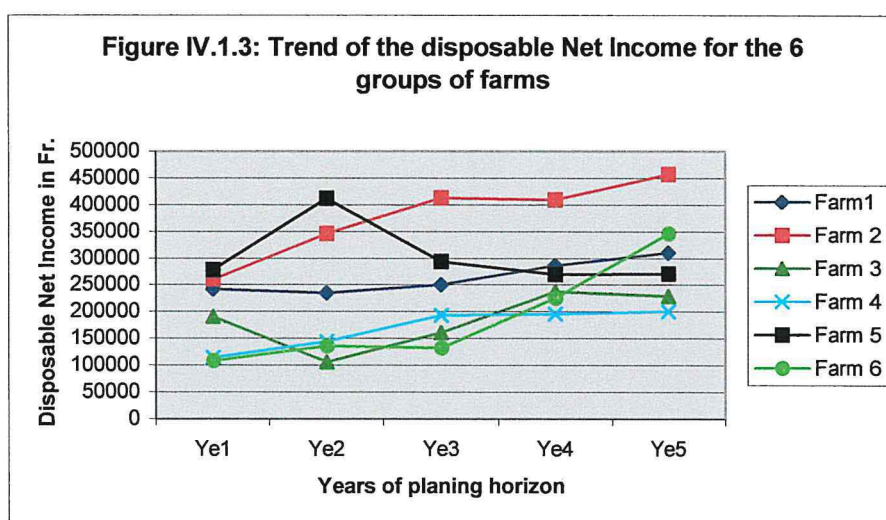


Les grandes exploitations de plus de 45 vaches laitières (types 2 et 3) enregistrent une augmentation du cheptel respectivement de 8 et 5%. Les exploitations du type 2 appartiennent au groupe des exploitations les plus anciennes sur l'île qui ont capitalisé progressivement dans l'élevage laitier et ont survécu aux différentes crises de cette activité. Aujourd'hui ces exploitations connaissent l'arrivée d'un fils. A raison d'un niveau optimal de 40 vaches laitières pour faire vivre une famille, ces exploitations devraient aujourd'hui tendre vers les 80 vaches laitières. Cependant, on note que parallèlement à l'augmentation progressive de l'effectif, on a une augmentation de la productivité laitière par la sélection de génisses améliorées qui se fait soit sur l'exploitation soit par l'importation de génisses.

A l'opposé, le type 3 regroupe de jeunes exploitations qui ont largement bénéficié des subventions et aides diverses pour construire leur appareil de production. La plupart de ces exploitations sont entrées dans un processus de consolidation de cet appareil et l'augmentation de l'effectif sur l'horizon de planification est principalement liée à la croissance naturelle du cheptel. L'ajustement de la ration au besoin du troupeau se réalise en deux étapes : 1) l'augmentation de la ration en concentré et le renouvellement des anciennes prairies de kikuyu en prairies de graminées tempérées, plus propices à l'ensilage ; 2) l'augmentation de la ratio d'ensilage dès la troisième année de l'horizon de planification.

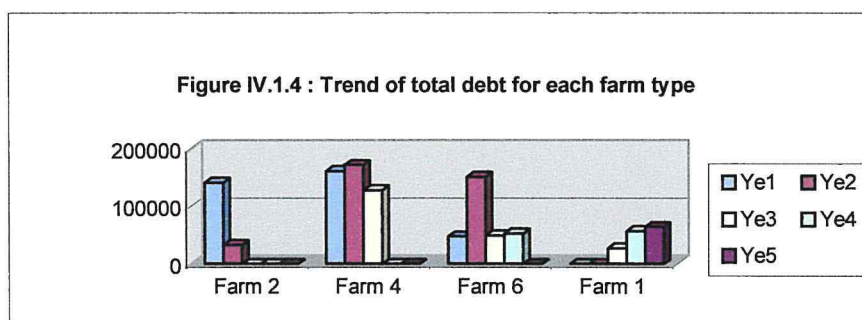
Ces premiers résultats montrent une adaptation progressive du système prairial aux besoins croissants du troupeau. Cette adaptation n'est pas continue ni linéaire et connaît des phases de renouvellement des prairies avec généralement un recours croissant aux concentrés et puis des phases de substitution des concentrés par les nouveaux apports prairiaux. On note aussi qu'à l'exception des types 1 et 3, les autres types d'exploitation convertissent une part croissante de leur troupeau par des vaches de haut potentiel laitier. En fait le type 3 a choisi dès le départ un matériel génétique relativement performant et la plupart des génisses achetées au cours du PDL étaient des génisses importées. Donc son objectif à présent est le maintien de ce potentiel par le renouvellement naturel. Pour le type 1, le principal objectif ne se situe pas seulement au niveau des performances laitières. On a surtout affaire à un type qui gère sa croissance doucement pour maintenir de bons retours sur investissement sans endettement.

L'analyse de l'évolution du revenu net disponible sur l'horizon de planification montre que les plus anciennes exploitations (que l'on retrouve dans les types 1, 2 et 4) connaissent une augmentation progressive de leur bien-être, fortement corrélé à la capitalisation en animaux, alors que les plus jeunes exploitations (types 3 et 5) enregistrent des fluctuations importantes (figure IV.1.3). Pour le type 6 des exploitations sur pâturage, l'augmentation rapide du revenu disponible l'année 3 est fortement liée aux résultats catastrophiques et accidentels enregistrés pour l'exploitation représentée en 2000 (année de référence).



Mais l'augmentation du revenu disponible pour les types 4 et 6 n'est pas seulement due aux investissements productifs mais aussi aux dettes de long terme pour le type 6 et court terme pour le type 4 (Figure IV.1.4.). A l'opposé les exploitations les plus anciennes (type 1 et 2) gèrent leur investissement en fonction des entrées disponibles et en limitant le recours au crédit. Pour les types 3 et 5, la faible augmentation du revenu disponible s'explique aussi par

le poids de la dette de long terme qui limite l'accès à de nouveaux crédits et se traduit par d'importantes annuités chaque année.



Ces premiers résultats montrent une bonne représentation par les modèles du comportement des différents types d'exploitations, que ce soit au niveau du fonctionnement technique (gestion des paries, conduite du troupeau) que de la gestion économique et financière. Il est possible de reconnaître le caractère financier prudent du type 1, le souhait de consolidation par une diminution des dettes du type 3, la stratégie fondée sur l'achat d'aliment du type 4, l'ajustement du type 5 aux contraintes foncières et le souhait d'amélioration génétique du troupeau du type 2. Donc les modèles peuvent constituer un outil intéressant pour approcher l'impact de changement extérieur sur la viabilité et la durabilité des différents types d'exploitation.

IV.2. Exemples de simulations

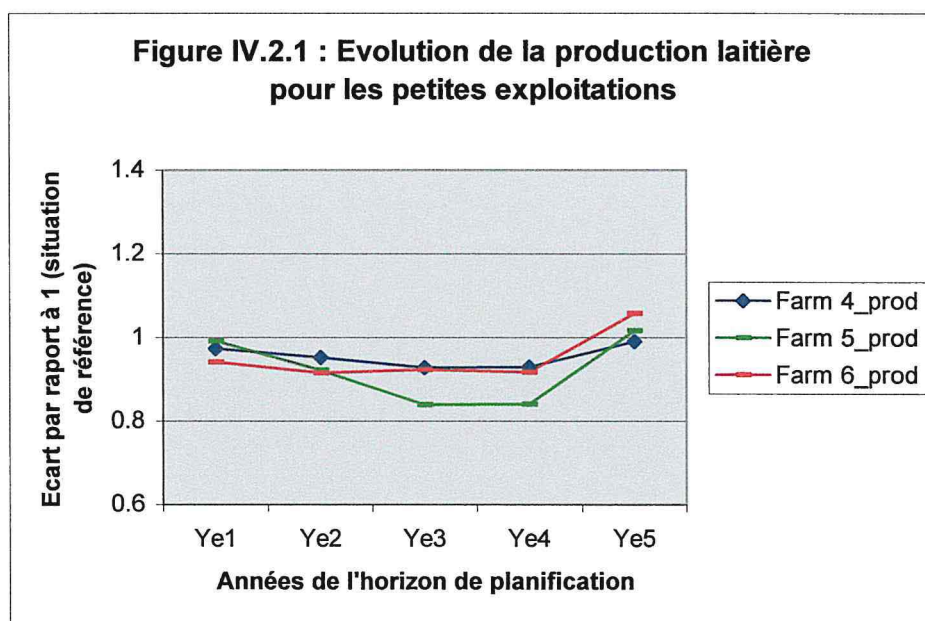
IV.2.1. Impact des mesures d'encouragement à l'élevage des génisses

La coopérative laitière a ouvert un atelier génisse dès 1982. Cet atelier visait en premier l'élevage de génisses sur l'île pour alléger les charges alimentaires des exploitants en leur permettant de se focaliser sur l'atelier laitier et favoriser le maintien de jeunes sur l'île pour assurer le renouvellement des vaches sans dépendre totalement des importations. Cet atelier a permis entre autres : conservation des génisses locales, création d'élevages nouveaux, croissance des cheptels, amélioration du revenu des exploitations, support pédagogique et recherche. Cet atelier a constitué un élément important de la politique du développement laitier sur l'île. Cependant aujourd'hui, cet atelier compte plus de 500 génisses et ne peut soutenir les besoins de renouvellement de tout le cheptel sur l'île. Depuis l'année 2000, la coopérative souhaite transférer cette activité d'élevage des génisses aux exploitants et ce par le biais d'un système de soutien à l'investissement en bâtiments.

Pour éviter de pénaliser les jeunes exploitations en cours d'investissement, ce transfert est planifié au cas par cas. Il est devenu obligatoire pour les grandes et moyennes exploitations de plus de 40 vaches laitières qui sont largement représentées dans les types 2 et 3. Pour les autres exploitations, on suppose dans le scénario qu'elles doivent garder au moins 30% de leurs génisses tant que leur effectif de vaches laitières est inférieur à 40 V.L. ; au-delà de 40 V.L., elles ne pourront plus donner de génisses à la SICA Lait. L'analyse de la réaction des exploitants appartenant aux types 1, 4, 5, 6 est conduite par comparaison des décisions

d'investissement avec et sans l'obligation de garder 30% des génisses. On s'intéressera plus particulièrement à la viabilité économique de ces exploitations.

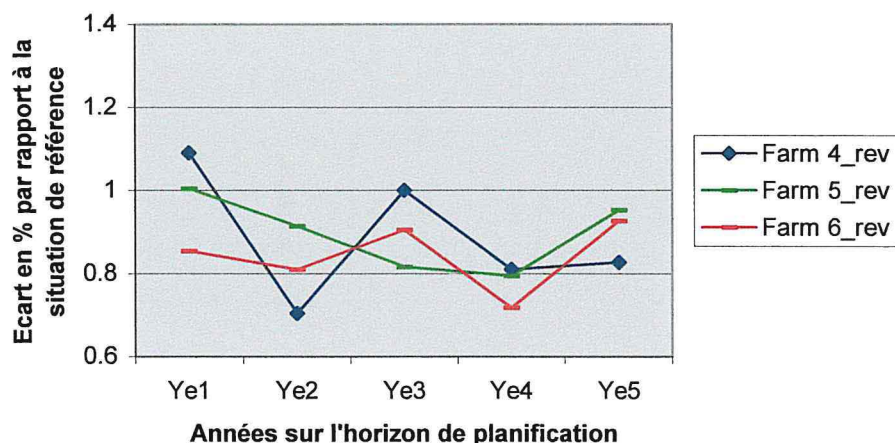
La figure IV.2.1 montre une diminution de la production laitière pour l'ensemble des exploitations étudiées (types 4, 5 et 6). Cette diminution est fortement liée à une réduction de l'accroissement du cheptel laitier par rapport à la situation de référence et en raison de la contrainte foncière qui entraîne de fortes dépenses en concentrés. On enregistre des écarts moyens de la production laitière de 5% pour les exploitations 4 et 6 et de 8% pour les exploitations du type 5.



On observe cependant des réponses variées pour subvenir aux besoins alimentaires des génisses. Alors que les exploitations des types 4 et 6 abandonnent leur projet d'ensilage (observé dans la situation de référence) et recourent soit à la fauche en vert soit à la pâture pour l'alimentation des génisses, les exploitations du type 5 tentent de faire par la location de matériel un cinquième d'hectare en ensilage. Donc le montage de l'atelier de génisses dans les petites exploitations risque de retarder les projets concernant le système fourrager.

Si les trois types d'exploitation représentés retrouvent leur niveau de production laitière simulée sans changement extérieur et ce au bout de 5 ans, elles enregistrent d'importantes fluctuations du revenu disponible (de l'ordre de 20%), sans retrouver leur situation économique et financière de référence en fin de l'horizon de planification (Figure IV.2.2).

**Figure IV.2.2 : Evolution du Revenu Net Disponible
pour les petites exploitations**



Il ressort donc que pour les exploitations du type 4, seule une capitalisation relativement soutenue peut permettre de survivre dans le sens où la dépendance vis-à-vis du marché des concentrés implique des revenus saisonniers importants. Par contre pour les exploitations du type 5, il existe un jeu entre capitalisation et équilibre financier. A côté, les exploitations du type 6 jouent sur l'extensification (ou l'intensification) de l'utilisation des surfaces pour s'adapter à des changements structurels tels que l'élevage des génisses.

IV.2.2. Sensibilité différenciée des éleveurs à un changement du système de prix du lait

Actuellement le prix du lait à La Réunion comprend deux composantes : (i) l'une basée sur les normes de fixation du prix du lait au niveau européen (lié au prix de la poudre de lait sur le marché international) et (ii) la seconde, spécifique au contexte réunionnais, qui correspond à une aide de soutien à la production laitière. Cette seconde composante qui est négociée au niveau de l'interprofession est susceptible de diminuer dans un contexte de changement institutionnel, et plus spécifiquement de réduction des aides à la filière. On se propose ici de simuler les effets différenciés d'une baisse de l'aide par litre de lait, de 25% (scénario aide 0.4), 45 % (scénario aide 0.3), 63 % (scénario aide 0.2) et 82 % (scénario aide 0.1) et 100 % (scénario pas d'aide) sur les 4 dernières années de l'horizon de planification. Le scénario de diminution de l'aide de 100% correspond à la suppression de l'aide. Pour l'analyse des résultats, on compare la moyenne de l'effectif et du revenu disponible agricole sur l'horizon de planification entre la situation avec réduction de l'aide et la situation sans réduction de l'aide qui est la situation de référence.

Les figures IV.2.3 et IV.2.4 représentent l'écart en pourcentage de l'effectif moyen de vaches laitières productives et du revenu disponible agricole (sur l'horizon de planification) par rapport à la situation de référence pour les différents scénarios.

Figure IV.2.3: Changement de l'effectif laitier pour chaque type dans le cadre d'une réduction des aides sur le prix du lait (en %)

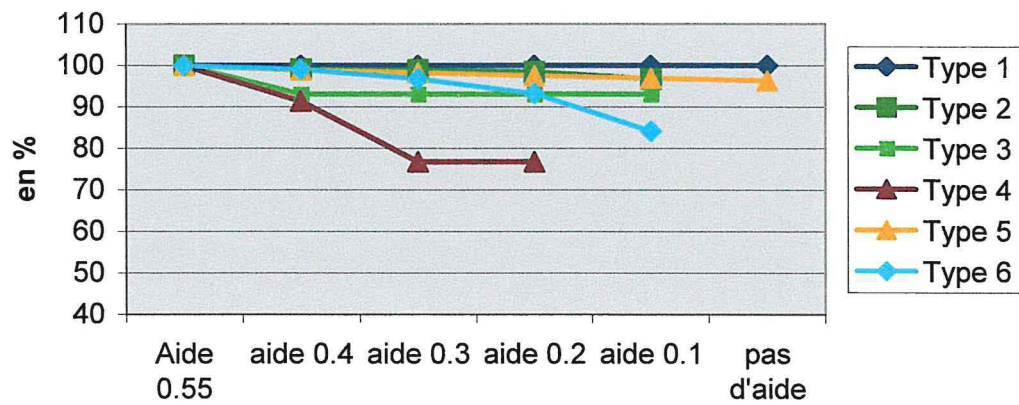
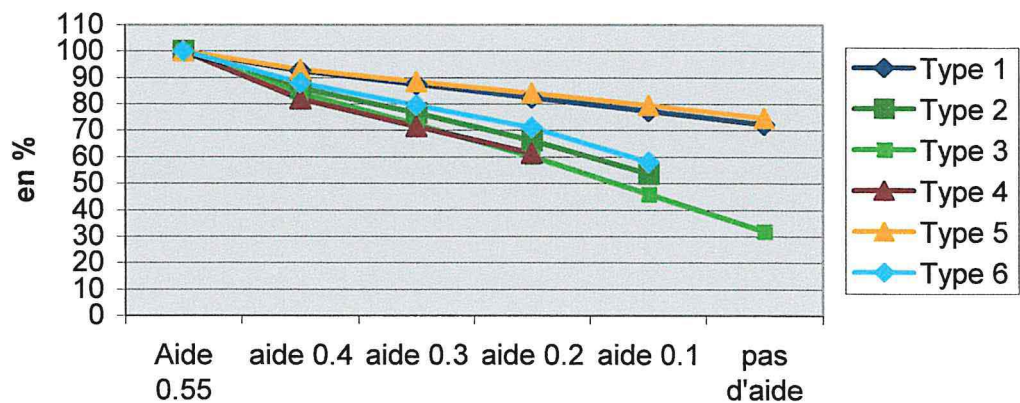


Figure IV.2.4: Evolution de Revenu disponible agricole pour chaque type dans le cadre d'une réduction des aides sur le prix du lait



Ces premiers résultats montrent des écarts notables de résistance à un changement du prix du lait pour les différents types d'exploitation. Tout d'abord on peut noter les faibles changements de conduite du troupeau pour les exploitations de type 1 (exploitations à faible autonomie fourragère mais bons résultats économiques) et les exploitations du type 5 (petites exploitations qui montraient des prémisses de gestion prudente). Il faut rappeler que ces deux types d'exploitation enregistraient une croissance progressive et modérée du cheptel laitier sur l'horizon de planification dans le scénario de référence, passant respectivement de 24 à 29 V.L. pour le type 1 et 20 à 28 vaches pour le types 5. Ces deux types d'exploitation changent guère leur stratégie dans un contexte de réduction de l'aide sur le prix du lait. Dès lors la baisse de l'aide sur le prix du lait se répercute directement sur le revenu disponible agricole mais sans mettre en péril l'exploitation du fait du faible recours au crédit qui leur laisse une marge de crédibilité si le besoin se présente.

Les grandes exploitations du type 2 (exploitations de plus de 55 V.L.) et du type 3 (exploitations qui comptent en moyenne plus de 40 V.L.) arrivent plus ou moins à poursuivre leur croissance du cheptel laitier mais à un rythme plus modéré. Les exploitations du type 2 passent de 55 V.L. à 67 V.L. au lieu de 69 dans la situation de référence et les exploitations du type 3 passent de 45 V.L. à 52 au lieu de 56 V.L. Par contre ces deux types enregistrent une réduction importante du revenu disponible agricole, notamment dans le cas d'une baisse de plus de 63% de l'aide. Et les exploitations du type 3 se rapprochent d'un revenu agricole proche du SMIC. Il faut toutefois rappeler que ces exploitations (type 3) se sont constituées rapidement au cours de la décennie 90 en recourant notamment aux emprunts de long terme. Actuellement dans une phase de consolidation de leur appareil de production, ils restent très sensibles à une variation de prix du lait sur le plan économique. Il est vrai aussi que dans ce type, on a souvent un deuxième salaire, lié à une activité de fonctionnariat, qui constitue un pilier important pour la famille. Pour le type 2, il s'agit davantage de GAEC réalisé le plus souvent avec un fils en cours de constitution d'une famille. Or les revenus agricoles dans le scénario de suppression de l'aide permettraient juste d'assurer un SMIC à chaque famille.

Les exploitations du type 6 arrivent à maintenir leur appareil productif jusqu'à une baisse de 63 % de l'aide ; au-delà le cheptel laitier stagne autour de 25 vaches laitières avec une baisse de plus de 40 % du revenu malgré la réduction des charges alimentaires. Cette réduction des charges se réalise par une réduction des concentrés et de l'achat de fourrages ensilage et une augmentation du recours au pâturage.

C'est le type 4 qui est globalement le plus sensible à une réduction du prix du lait avec une réduction de l'effectif moyen des V.L. de 20% par rapport à la situation de référence dès la réduction de 45% de l'aide et une réduction de plus de 20% du revenu agricole dès la réduction de 25% de l'aide.

A partir de ces premiers résultats, apparaissent différents facteurs de blocages ou de flexibilité pour les différents types d'exploitation :

- 1) la réponse à un changement de politique agricole, notamment à une baisse des prix du lait, par un changement technique est relativement faible et ne concerne dans cette étude de cas que deux types d'exploitations : (i) les exploitations de la Plaine des Cafres ou de la Plaine des Palmistes qui connaissent une relative bonne autonomie fourragère (représentées notamment par le type 3) ; et (ii) les exploitations sur pâturage (type 6) qui peuvent retrouver un système extensif (augmentation du temps de pâturage et réduction des achats de fourrages extérieurs). Dans les deux cas, on observe une forme d'extensification, que ce soit par la substitution des fourrages

ensilages par le pâturage ou d'une partie des fourrages ensilages par la fauche en vert. Pour ces deux types, on enregistre une baisse des charges d'alimentation, respectivement de 11% pour le type 3 et 35% pour le type 6.

2) En présence de réduction de l'aide au prix du lait, si l'ensemble des exploitations ralentissent l'accroissement du cheptel par rapport à la situation de référence, on n'a pas de réduction de l'effectif par rapport à la situation initiale. Donc on n'a pas de décapitalisation. Ceci peut s'expliquer par la présence des autres aides (proportionnelles au cheptel) mais aussi par la perte plus grande de revenu qui serait liée à la décapitalisation.

3) On observe aussi la solidité des exploitations à faible autonomie fourragère de la Plaine des Grègues. Pour ces exploitations, on note une résistance relativement passive en apparence dans le sens où il n'y pas d'ajustement ou d'adaptation de l'appareil de production. Il faut rappeler que la marge de flexibilité de ces exploitations réside principalement dans la gestion économique et financière de l'exploitation. Le rapprochement des courbes de réactions des exploitations 5 au type 1 pourrait confirmer la trajectoire d'évolution de ces exploitations vers le type 1.

4) Pour les grandes exploitations, les gros investissements réalisés dans l'appareil de production semblent aujourd'hui constituer un frein structurel pour permettre un ajustement économique à un changement extérieur. Il s'agit d'une hypothèse qui devrait être testée sur différents scénarios.

IV.2.3. Mise en place de contraintes environnementales

1. La question de la réponse des éleveurs aux enjeux environnementaux

Le développement d'une agriculture soucieuse de la rareté et de la richesse de ses ressources est devenu une priorité de la société. Cette priorité s'inscrit dans une série de chartres ou conventions internationales comme dans les nouvelles mesures de politiques agricoles prises au niveau régional (Europe) ou local (association de producteurs, de consommateurs). Cette priorité ne doit pas cependant supplanter la fonction de production indispensable pour le maintien d'activité rurale et pour assurer une relative autonomie alimentaire locale. Aussi le concept de multi-fonctionnalité, qui inclut entre autres les fonctions de production et de préservation de l'environnement, est devenu un élément important de l'approche de la durabilité des systèmes. Comment formaliser cette multi-fonctionnalité ? Comment approcher la durabilité des systèmes sachant que ces systèmes sont en perpétuelle évolution ?

Le contexte réunionnais, et plus particulièrement les filières animales organisées, constituent un excellent exemple de la prise de conscience progressive des questions environnementales dans le schéma de développement de l'Ile. Ce processus dynamique dans la perception et l'intégration de l'environnement dans la gestion à l'échelle de l'exploitation et du territoire constitue une base de réflexion pour émettre des hypothèses sur le développement d'un modèle conceptuel. En outre, les réponses des producteurs à l'évolution des normes environnementales tout comme leur gestion intégrée de l'exploitation et de son milieu interrogent l'articulation étroite entre gestion socio-économique et gestion biotechnique, qui est le cœur du modèle développé.

Cependant, la réponse des agents à un changement du système d'aide et leurs réponses aux questions environnementales vont dépendre : (i) du mode de fonctionnement de l'exploitation, lié étroitement à sa localisation qui détermine le domaine des alternatives ou options techniques possibles ; (ii) de la pression foncière existante sur l'exploitation, (iii) de l'organisation territoriale des activités et (iv) de la perception de l'environnement par les éleveurs. Aussi pour répondre à ces nouveaux enjeux, l'éleveur va ré-organiser l'allocation des facteurs les moins contraignants de son exploitation. On suppose dès lors que les mesures agro-environnementales contribuent à l'élaboration d'un système de normes qui contraint ou oriente l'éleveur. Dans la réalité, le maintien des potentialités du milieu est un souci permanent des producteurs. Mais on suppose que ce maintien peut être envisagé différemment avec l'arrivée d'un fils ou d'autres perspectives. Tous ces facteurs complexifient l'approche de la réponse des éleveurs à ces changements. Comment le modèle développé à La Réunion peut-il rendre compte de cette articulation pour comprendre la gestion différenciée de l'environnement entre exploitations ?

On se propose à partir de la question de développement relative à la gestion des effluents, un des co-produits de l'activité d'élevage, d'ébaucher des hypothèses sur la façon de formaliser la prise en compte de l'environnement pour l'analyse de l'impact des politiques agricoles sur la viabilité et la durabilité des exploitations laitières à La Réunion. Tout d'abord, partant des données de gestion technico-économique de l'exploitation, on s'est proposé d'analyser le bilan global et l'efficacité azotée comme un indicateur général de l'impact sur l'environnement.

2. Construction d'indicateurs environnementaux – Exemple sur la gestion azotée

Ce travail s'est appuyé sur une recherche parallèle conduite sur l'élaboration de critères relatifs au cycle de l'azote au sein du pôle Elevage (opération ELE102). L'absence de références précises sur le sujet en élevage laitier intensif en milieu tropical humide a orienté le choix des indicateurs à étudier vers des critères fortement intégrateurs : le bilan et l'efficacité azotés de l'exploitation. Ces critères avaient été calculés pour 17 exploitations représentatives de la diversité des systèmes d'élevage laitier réunionnais.

Ce sont donc ces critères que nous avons choisis d'implémenter dans nos modèles, avec pour nouvel objectif de coupler l'étude de la viabilité technico-économique à celle de la durabilité environnementale des systèmes d'élevage laitiers réunionnais, adaptant ainsi notre objet de recherche aux attentes des acteurs de la filière.

Aussi, à partir des travaux de Van Keulen *et al.* (1996), Stilmant *et al.* (2000) et Gousseff (2001), on se propose de reconstituer les pools d'entrées et de sorties d'azote de l'exploitation (tableau IV.2.1).

Les entrées sont composées par les achats extérieurs de concentrés et de fourrages, des produits intermédiaires comme les fertilisants et les achats des animaux alors que les sorties sont composées des ventes de fourrages produits ou achetés, de la vente des produits animaux (lait, vente des animaux) et de l'exportation de matières organiques (Gousseff *et al.*, 2002). En première approche, nous avons considéré qu'il n'y avait pas de sortie d'effluents hors du territoire de l'exploitation. Si pour les engrais, le niveau d'azote est indiqué dans la formulation, on a utilisé un pourcentage moyen d'azote par unité de MAT pour les concentrés et les fourrages. Pour les animaux, la quantité d'azote importée ou exportée à l'achat ou à la vente est fonction de leur poids vif, du pourcentage de muscle par kilo de poids vif et du

pourcentage de protéine par kg de muscle. On a estimé le poids moyen des génisses à l'achat à 450 kg qui correspond à une génisse gestante et un poids de 600 kg pour les vaches de réforme. Les jeunes animaux importés (génisses, taurillons entre 1 et 2 ans) ont un poids estimé à 80% des adultes et les plus jeunes (de moins de 1 an) à 20%. Dans cette approche simplifiée d'indicateurs synthétiques, on ne tient pas compte du devenir de l'azote (digestibilité des aliments, production d'urée, etc).

Tableau IV.2.1 : Entrées et sorties

Entrées Azote	Sorties Azote
Achat de concentrés : $\sum_{c,f} CONC_{c,ex} * VALIM_{PDIN^*,c} * \alpha$ Achat Fourrages : $\sum_{Fou,f} ACHATF_{Fou,ex} * VALIM_{PDIN^*,fou} * \alpha$ Fertilisation : $\sum_{Fou,ame,t,cp,f} TERC_{fou,ame,t,cp,f} * (FERTA_{ame,fou} + FERT_{t,fou,cp}) * \beta$ Achat animaux $\sum_{ani,gen} ACHATANI_{ani,gen,f} * Poids_{ani,gen} * AniN_{ani}$	Vente de concentrés : $\sum_{c,f} VCONC_{c,ex} * VALIM_{PDIN^*,c} * \alpha$ Vente Fourrages : $\sum_{Fou,f} VENTEF_{Fou,ex} * VALIM_{PDIN^*,fou} * \alpha$ Vente lait : $\sum_{ani,gen} PLAIT_{ani,gen,f} * \lambda$ Vente animaux $\sum_{ani,gen} VENTANI_{ani,gen,f} * Poids_{ani,gen} * AniN_{ani}$
c : type de concentré ; f : type d'exploitation ; fou : type de fourrage ; ame : renouvellement ou pas de la prairie ; t : technique de récolte, cp : nombre de coupes ; ani : type d'animal selon le stade physiologique ; gen : potentiel génétique des animaux. CONC : quantité de concentré achetée ; ACHATF/VENTEF : achat de fourrages ; VALIM : valeur PDIN des aliments ; TERC : surface exploitée ; FERTA : fertilisation selon que la prairie est renouvelée ou pas en début de saison ; FERT : fertilisation après chaque coupe en fonction du mode d'exploitation ; ACHATANI/VENTANI : achat et vente des animaux ; POIDS : poids des animaux ; PLAIT : vente lait en litres α : on suppose un pourcentage de 16% d'azote par unité de MAT (Matière azotée totale) et 80% de digestibilité de la MAT β : quantité d'N/ kg de fertilisant selon la composition des fertilisants λ : quantité d'azote par litre de lait (on suppose un lait à 4.5% de taux de protéine et 6.03% d'azote / unité de protéine lait) μ : quantité d'azote importée par Kg poids vif (on suppose qu'un Kg de poids vif contient 50% de muscle à 28% de protéine, SOURCE).	

A partir des données du bilan, on approche l'efficacité azotée (*Eff*) l'année *ye*, qui mesure le rapport entre la quantité d'azoté (*N*) exportée et importée, selon la formule (Stilmant *et al.*, 2000) :

$$Eff_{ye} = \frac{N_{exporté, ye}}{N_{importé, ye}}$$

On peut aussi calculer le solde global d'azote restant sur le territoire de l'exploitation (*NExcess*) l'année *ye*, en rapportant le bilan azoté à la surface agricole utile (*SAU*): il inclut les stocks sous forme de croît du troupeau, de fourrages et pour une très majeure partie les effluents et les minéraux qui seront épandus sur les superficies utiles :

$$NExcess_{ye} = \frac{(N_{importé} - N_{exporté})}{SAU}$$

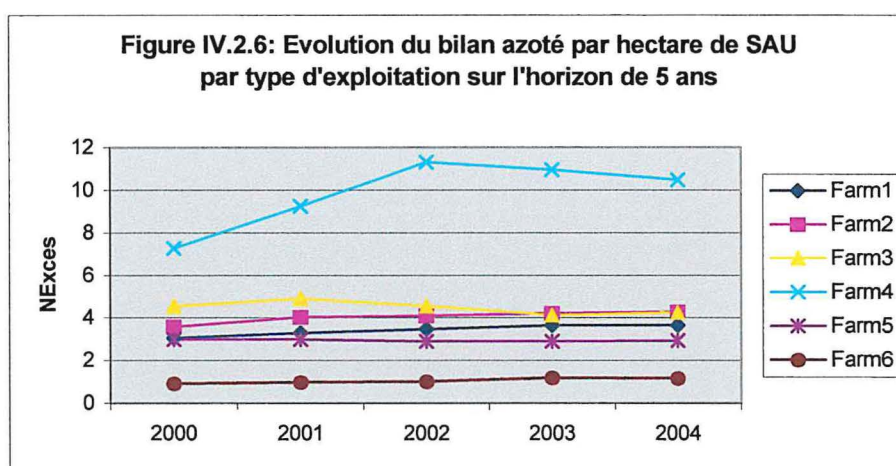
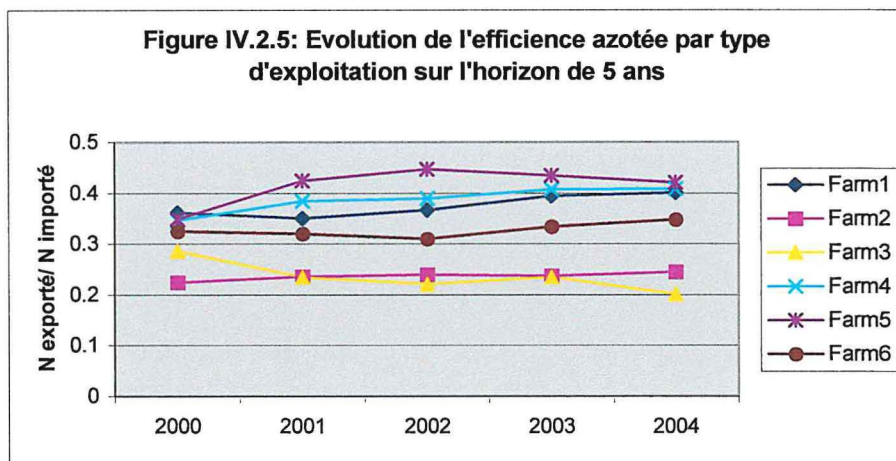
Selon ce schéma, plus l'efficacité azotée augmente, plus les agents maximisent la productivité de l'azote importé donc acheté en dehors de l'agro-écosystème. Par contre, d'un point de vue environnemental, le meilleur système consiste à minimiser l'excès d'azote par ha. Mais ces deux objectifs (augmentation de l'efficacité et diminution du bilan azoté par ha) ne sont pas contradictoires du point de vue économique. Lorsqu'une exploitation exporte l'azote acheté, elle augmente son efficacité et diminue son excès azoté.

Dans le cadre du modèle, différentes relations bio-techniques et socio-économiques peuvent expliquer des évolutions différenciées. Par exemple, les incitations à la capitalisation en cheptel dans le cadre des Plans de Développement Laitier avec en corollaire un achat accru d'intrants sur une surface qui n'évolue pas, pourrait augmenter les quantités d'azote importées et donc diminuer l'efficacité azotée et augmenter l'excès d'azote par hectare qui est légèrement compensé par une vente plus importante de lait. Par contre, l'augmentation concomitante des performances laitières par l'amélioration génétique dans le cadre du renouvellement du troupeau laitier peut augmenter l'efficacité azotée et diminuer l'excès d'azote si elle n'est pas complètement compensée par l'importation de concentrés ou fourrages. Ces décisions de renouvellement ou d'agrandissement du cheptel sont fonction des aides mais aussi des capacités financières des exploitations comme des projets des éleveurs. Dans notre étude terrain, il existe des groupes d'exploitations dont le principal objectif est le maintien de la taille du troupeau pour minimiser la dépendance alimentaire extérieure. Ainsi l'analyse de l'évolution des flux azotés à travers la gestion biotechnique et socio-économique des exploitations permet d'approcher ces évolutions en fonction des caractéristiques des exploitations et des changements extérieurs.

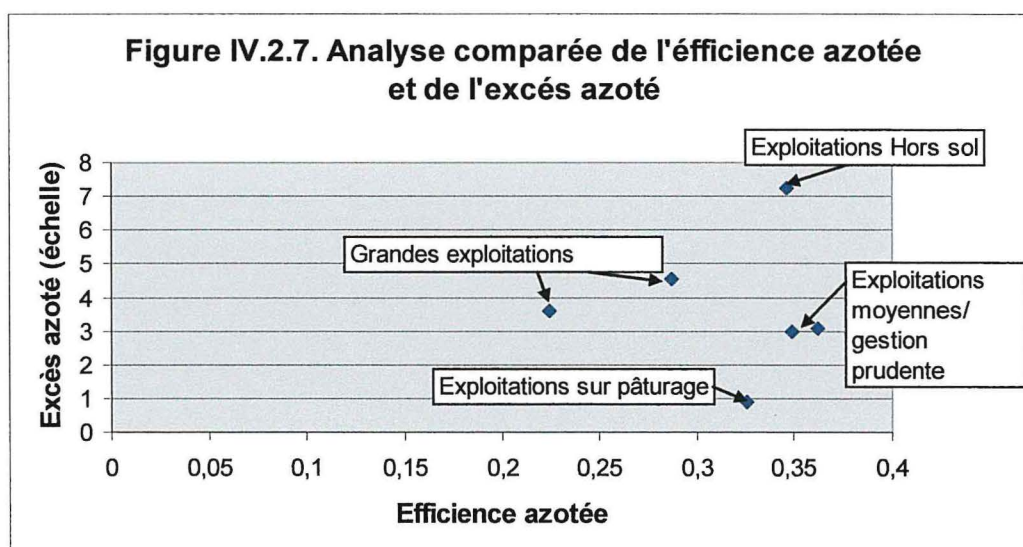
3. Présentation de quelques résultats

On se propose dans le cadre du modèle d'analyser l'évolution de ces indicateurs globaux et de les comparer à la taille et au fonctionnement de l'exploitation et aux résultats économiques d'exploitation synthétisés dans le calcul du revenu disponible.

On note tout d'abord que l'efficacité est relativement élevée comparée à des travaux similaires conduits dans les systèmes laitiers intensifs du nord de l'Europe qui affichaient des taux voisins de 0.16 en 1985 (Van Keulen *et al.*, 1996) (Figure IV.2.5). A l'exception des grandes exploitations de plus de 50 vaches laitières, les taux situés entre 0.3 et 0.4 sont comparables aux taux enregistrés dans les années 50 et 60 en Europe (notamment en Belgique). Dans l'analyse des résultats des simulations économiques sur l'île, au-delà d'un accroissement du troupeau pour la majorité des exploitations, la stabilité de ces taux révèle un certain équilibre entre les rapports taille de troupeau et achats d'intrants compte tenu de la surface disponible. Si le coefficient d'efficacité azotée reste élevé, le bilan azoté par hectare se situerait en moyenne autour de 217 kg/hectare (Gousseff *et al.*, 2002) mais avec des écarts notables entre systèmes d'exploitation (Figure IV.2.6). On observe bien évidemment de forts écarts entre les systèmes extensifs des Hauts de l'Ouest basés sur le système de pâturage de Kikuyu (Farm6) et les systèmes quasiment hors-sol (farm4). A la différence de la majorité des systèmes d'exploitation qui montrent une forte corrélation entre la part de concentrés dans la ration et l'excès d'azote, on remarque une forte corrélation entre les achats d'aliments et l'excès azoté.



L'analyse croisée par exploitation de l'efficacité azotée et de l'excès azoté montre tout d'abord les liens étroits entre ces deux indicateurs (Figure IV.2.7).



Ces premiers résultats montrent des relations complexes entre les modes de conduites, les résultats d'exploitation et les différents indicateurs environnementaux proposés. Notamment on peut approcher l'influence des conduites d'alimentation comme des options de fertilisation sur ces indicateurs environnementaux et tester différents scénarios pour analyser les changements sur les comportements ou la prise de décision des éleveurs. Le modèle s'avère donc un moyen approprié pour intégrer des fonctions de production et de préservation de l'environnement, à côté de la recherche de viabilité et de stabilité du système famille-exploitation.

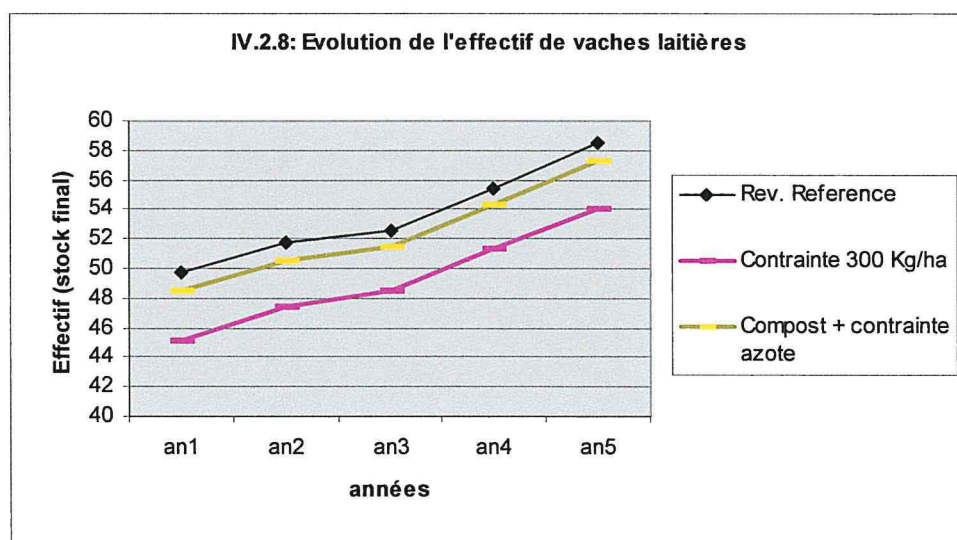
4. Quel schéma conceptuel peut-on proposer ? Débat Utilité-Contrainte

Hypothèse 1 : Les normes environnementales s'imposent comme des contraintes

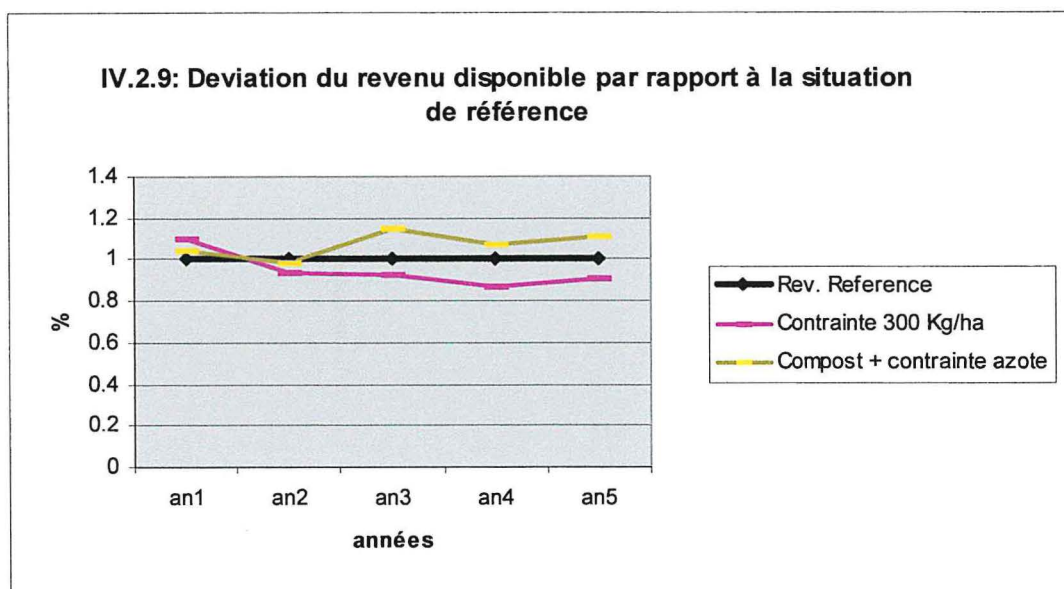
Dans le cadre de la nouvelle politique agricole, on suppose que les mesures agro-environnementales se présentent comme un système de normes qui s'impose à l'éleveur s'il veut bénéficier de l'aide.

Dans le cas où les normes environnementales sont des contraintes, il faut donc fixer des seuils pour chaque norme qui va rétrécir l'espace des possibles pour les éleveurs. Cette contrainte peut s'écrire pour le bilan azoté, par exemple : $N_{Excess_{ye}} < Seuil_N$

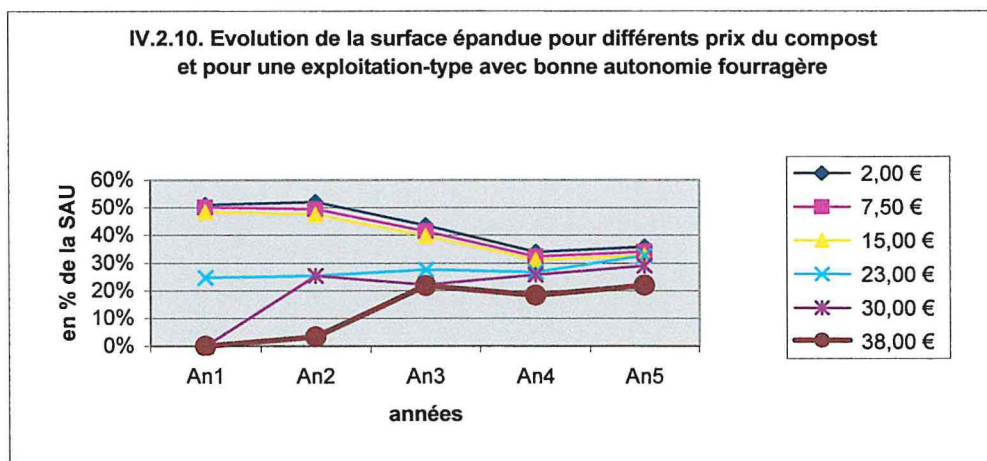
Si on applique un seuil de 300 kg/ha/an pour des exploitations moyennes de type 3, on peut constater une légère diminution du rythme de capitalisation. (Figure IV.2.8).



Par contre si on tient compte de la possibilité de valoriser la matière organique produite par le biaux du compost, on se rapproche du niveau de production laitière de la situation de référence. En outre, du fait des économies relatives à l'achat de fertilisants chimiques, ce type d'exploitation pourrait même enregistrer une augmentation de son revenu disponible par rapport à la situation de référence (Figure IV.2.9).



Dans ce cadre de scénario, le modèle pourrait être un outil intéressant pour tester différents seuils de prix pour le compost et voir le degré d'adoption des différents types d'exploitation. Ainsi, sur la figure IV.2.10, on peut voir que jusqu'au tarif de 15 euro/tonne, 30 à 40% de la surface de l'exploitation de type 3 pourraient être épandues.



Hypothèse 2 : Intégration de l'objectif de diminution du bilan azoté dans la fonction objectif

Comme il a été mentionné ci-dessus, il est rare que les éleveurs fonctionnent sous un seul objectif qui serait la maximisation de la rentabilité et de la stabilité économique et financière du système d'exploitation. Le respect des normes environnementales est une condition de la durabilité du système et les éleveurs recherchent bien souvent la solution optimale qui satisfasse plusieurs objectifs. La littérature sur les modèles de prise de décision multi-critères est importante (Zeleny, 1982 ; Romero et Rehman, 1989, Candler *et al.*, 1981). On se propose ici de formaliser le problème dans le cas où l'éleveur cherche à maximiser son revenu disponible tout en minimisant l'excès azoté. Pour cela, deux méthodes peuvent être proposées : (i) Goal Programming model (GP) et (ii) Multiple Objective Programming (MOP).

La première méthode (GP), initiée par Charnes et Cooper (1961) et développée par Lee (1972) et Ignizio (1978), vise à résoudre les problèmes comprenant plusieurs buts ou objectifs à satisfaire. Cette méthode permet de minimiser la déviation entre le niveau espéré de chaque objectif et la réalisation.

Appliquée à notre objet étude, on peut supposer que l'éleveur cherche à :

- (1) maximiser son revenu disponible
- (2) minimiser l'excès azoté.

Ces deux objectifs sont transformés en buts $b_i (i=1,2)$ et incorporés dans un modèle GP. Dans un premier temps pour chaque but, il est nécessaire de spécifier les valeurs à satisfaire. On suppose x les activités telles que : x_1 : achat des animaux, x_2 : achat des concentrés, x_3 : achat des fertilisants, x_4 : achat des aliments fourragers, x_5 : vente des animaux, x_6 : vente des aliments fourragers, x_7 : vente du lait. Soit p_i le prix de chaque item et a_i : la qualité d'azote pour chaque item. Les fonctions relatives à chaque objectif s'écrivent :

$$(1) B_1 = \sum_{i=1}^T p_5 x_5 + p_6 x_6 + p_7 x_7 - p_1 x_1 - p_2 x_2 - p_3 x_3 - p_4 x_4 + n_1 - p_1 = \text{RevenuObjectif}$$

$$(2) B_2 = \sum_{i=1}^T \frac{(a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 - a_5 x_5 - a_6 x_6 - a_7 x_7)}{SAU} + n_2 - p_2 = \text{ExcèsN}$$

Pour chaque but, deux variables sont incluses : n_i qui mesure l'écart négatif à la valeur à satisfaire et p_i qui mesure l'écart positif à cette valeur. Le principe de cette méthode (GP) est de minimiser les déviations par rapport aux valeurs à satisfaire ; en d'autre terme minimiser n_i lorsque l'objectif est à maximiser ou maximiser p_i lorsque l'objectif est à minimiser.

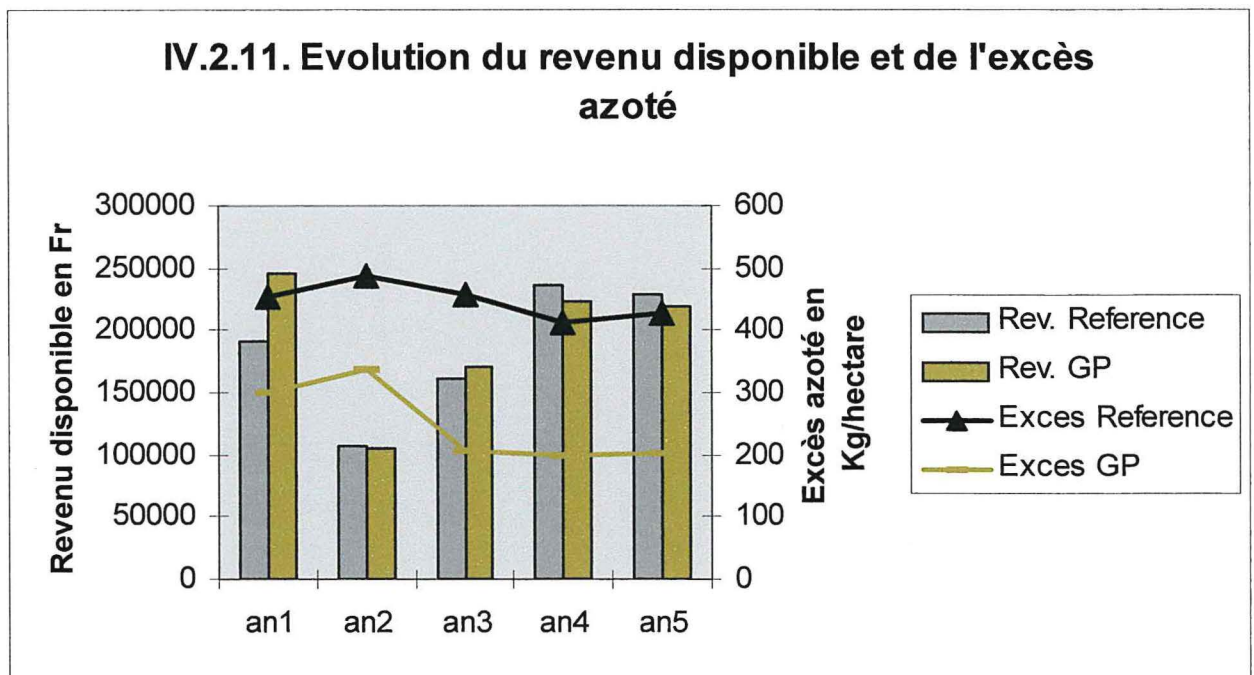
Si l'on suppose que, pour un type d'exploitation, son revenu seuil annuel est fixé sur la base de son revenu dans la situation de référence et le seuil pour l'excès azoté est de 150 kg/hectare, en pondérant proportionnellement les déviations par rapport à chaque but, l'objectif recherché revient à minimiser la somme des variables de déviation de chaque objectif, soit :

$$(3) U = \alpha_1 \frac{n_1}{\text{Revenuseuil}} \cdot 100 + \alpha_2 \frac{p_2}{\text{ExcèsNseuil}} \cdot 100$$

Si l'on suppose que tous les objectifs sont d'importance égale dans la prise de décision des éleveurs, on calcule les valeurs optimales des déviations n_i et p_i pour $\alpha_1 = \alpha_2$. En changeant le rapport des α_i , on peut analyser le poids des objectifs environnementaux dans la prise de décision des éleveurs. Le principal inconvénient de cette méthode est la fixation de valeurs à satisfaire dans le processus de décision.

La figure IV.2.11 retrace les premiers résultats (dit GP) par rapport à la situation de référence. On peut remarquer qu'il existe une solution optimale qui permet de maintenir le revenu proche de la situation de référence tout en diminuant presque par 2 le bilan azoté (en kg/ha/an).

IV.2.11. Evolution du revenu disponible et de l'excès azoté



A côté, les méthodes de programmation multi-objectif (appelées MOP) visent à générer un ensemble de solutions efficaces qui tiennent compte des multiples objectifs au lieu de générer une solution optimale comme dans le cas de la méthode précédente (GP) (Romero & Rehman, 1989). Pour générer cet ensemble de solutions efficaces ($Eff\ z(x)$), on écrit :

(4) $Eff\ z(x) = z_1(x), z_2(x)$ avec $x \in F$

Où F est l'ensemble des solutions faisables et z_i les objectifs tels que :

- (z_1) maximiser son revenu disponible
- (z_2) minimiser l'excès azoté

En maximisant successivement chaque objectif, on obtient une matrice représentée dans le tableau IV.2.1.

Tableau IV.2.1 : Matrice des résultats de simulation pour chaque objectif
Exemples de données en FF pour le revenu et en kg/ha/an
pour l'excès azoté pour la première année de simulation

	Revenu disponible	Excès azoté
Max Revenu disponible	170000	465
Min Excès azoté	130000	85

La solution figurée en gras serait la solution dite idéale dans le sens où elle répond à tous les objectifs. Mais cette solution est rarement atteinte du fait des relations contradictoires parfois conflictuelles entre les objectifs. Diminuer l'excès azoté peut entraîner une diminution de la rentabilité économique de l'exploitation à court terme.

Aussi la méthode du compromis minimise l'écart ou la distance entre le point idéal et chaque solution (Romero et Rehman, 1989). Ainsi il est minimisé une fonction représentant la plus longue distance géométrique, écrite (Cohon, 1978, cité par Piech, 1993) :

$$(5) \quad \text{Min } L_i = \frac{\sum \beta_j (z_j^* - z_j(x))}{(z_j - z_j^*(x))}$$

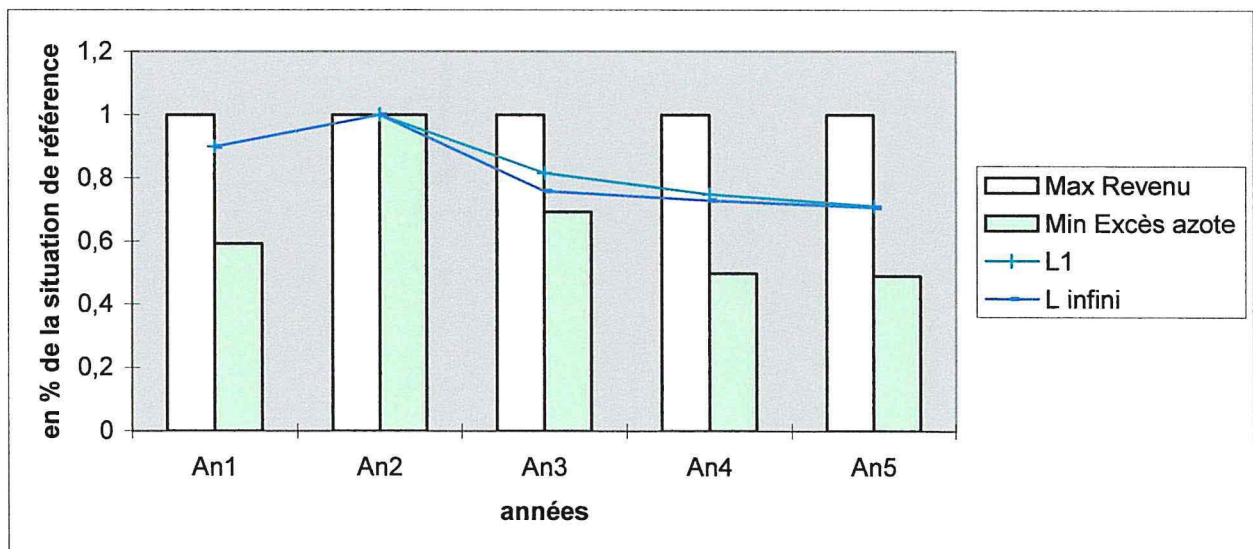
Où x : vecteur des décisions ; z_j^* et z_j représentent le point idéal et l'opposé au point idéal pour $j^{\text{ième}}$ objectif et $z_j(x)$ la fonction objectif et β_j le poids pour chaque objectif.

Ainsi pour notre cas d'étude, le meilleur compromis pour la première année s'écrirait :

$$(6) \quad \text{Min } L_1 = \beta_1 \frac{170000 - z_1}{170000 - 130000} + \beta_2 \frac{z_3 - 85}{465 - 85}$$

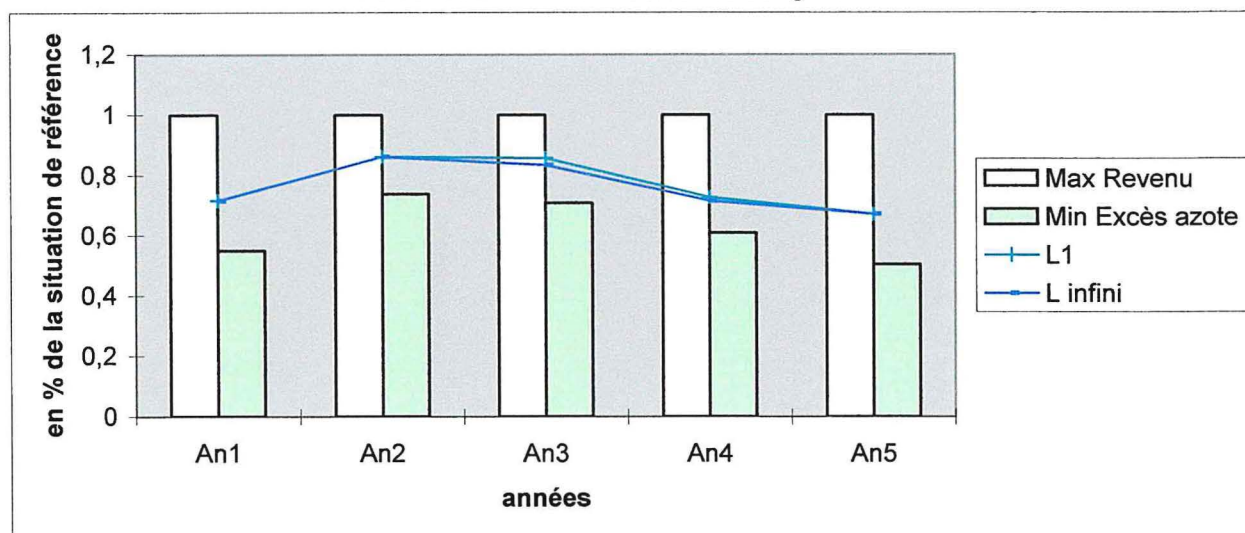
La figure IV.2.12 montre l'évolution du revenu simulé en fonction du type de fonction objectif retenue. Les barres blanches représentent le revenu lorsque le revenu seul est maximisé. Les barres vertes correspondent au revenu lorsque le bilan azoté est minimisé. Les lignes bleues représentent le revenu lorsqu'on maximise une fonction effectuant un compromis entre ces deux objectifs.

Figure IV.2.12 : Evolution du revenu en fonction des différentes fonctions objectif



La figure IV.2.13 montre de la même façon l'évolution du bilan azoté lorsqu'on maximise le revenu ou le bilan azoté ou lorsqu'on cherche un compromis entre les deux.

**Figure IV.2.13 : Evolution temporelle du bilan azoté
selon les différentes fonctions objectif**



Ces premiers résultats confirment les résultats précédents à savoir qu'il existe des solutions (L1 et L infini), qui permettent de maintenir le revenu au même niveau que celui de la situation de référence tout en diminuant le bilan azoté et ceci en particulier par la valorisation de la matière organique produite sur l'exploitation.

Donc il existe des moyens de formaliser la complexité des objectifs des éleveurs et de simuler l'impact de différents changements sur les décisions des éleveurs. Mais le passage de la formulation à l'application nécessite de prendre en compte l'ensemble des phénomènes physiques et biologiques qui régissent les flux d'azote à court et à long terme et de mieux appréhender le mécanisme de prise de décision des éleveurs.

5) Elaboration de quelques perspectives

5.1. Discussion sur le système de décision

L'émergence de normes environnementales dans les soutiens accordés au développement agricole s'inscrit dans le cadre d'un objectif de développement durable des activités agricoles comme de préservation du milieu naturel. Ils résultent aussi d'une prise de conscience par la société de la fragilité des ressources qui soutiennent la production agricole comme du danger de modèles trop productivistes. Cependant, la durabilité effective de l'agriculture (prise au sens large avec le milieu) va dépendre des formes d'intégration de ces normes par les producteurs et de leurs réponses. A priori, une multitude de facteurs interviennent sur les décisions des éleveurs. On peut citer la prise de conscience personnelle de l'éleveur ou de l'agriculteur ou sa représentation du phénomène, l'importance des aides dans la viabilité économique de l'exploitation mais aussi la pression sociale ou institutionnelle extérieure. Dès lors, dans le cadre d'une recherche de rentabilité, le choix entre modifier la gestion sur son exploitation pour répondre aux normes et bénéficier de l'aide ou abandonner les aides va dépendre d'une analyse coût/bénéfice pour chacune des options. Dans le cadre d'un souci intériorisé par le producteur de préserver son environnement (que ce soit pour l'avenir de ses enfants ou par motivation personnelle), la préservation du milieu devient une composante de l'objectif de l'éleveur et les aides un soutien à la viabilité économique de l'exploitation. En fait il existe dans la réalité un continuum entre ces deux cas extrêmes. La réalité montre une

articulation complexe entre le souci d'une gestion durable du milieu et la viabilité économique. En outre, la pression sociale ou institutionnelle extérieure que ce soit la nécessité de produire suffisamment pour rester membre d'un groupe de producteurs ou le risque d'isolement par refus de coopérer dans la gestion de l'environnement constitue des barrières ou frontières dans le processus de décision qui se resserrent parfois sur des modèles standards.

De plus, les décisions de gestion bio-technique du troupeau dépendent aussi étroitement des contraintes et objectifs économiques et financiers. Ces relations d'imbrication à court terme (trésorerie, crédit court terme) comme à long terme (crédit long terme, investissement) réduisent considérablement les options productives des producteurs. Toutefois dans le champ des possibles restants, les producteurs peuvent poursuivre une recherche de profit ou de rentabilité, de prestige social ou fonctions sociales (loisir, maison,...) ou encore une recherche de développement respectueux de l'environnement, donc une recherche d'un nouveau modèle personnel. Dans la réalité et ce quel que soit le producteur, ces fonctions existent mais à des degrés différents selon les contraintes financières -qui peuvent entraîner une forte pression sur l'exploitant qui se voit obliger d'augmenter sa rentabilité au risque de faillite ou d'exclusion d'une association-, le passé de l'exploitation qui explique une certaine voie de développement parfois difficile à ré-orienter du fait de la structure des facteurs fixes sur l'exploitation (Boussard, 1989), l'avenir de l'exploitation en terme de succession, etc. Dès lors il devient difficile de cerner cette fonction objectif aux visages multiples. En outre, ces objectifs que l'on dissocie pour l'analyse forment bien souvent un seul et même objectif pour l'éleveur qui aurait du mal à se définir sur un seul objectif sachant que les trois sont interdépendants : le respect de l'environnement augmente une certaine rentabilité à long terme, les fonctions sociales permettent de maintenir un réseau indispensable à la bonne conduite, etc.

Dès lors la façon de gérer les flux d'azote, et plus généralement la façon d'appréhender des alternatives liées à tout changement technique, dépend d'un processus complexe qui relève autant du système d'exploitation (structure, contraintes techniques, économiques et financières) que du système de représentation de l'innovation et son mode de transmission. La compréhension du système de décision des agents par rapport à un changement ou conseil est au cœur de l'adoption technologique ou du conseil technique.

5.2. Discussion sur le système bio-technique

Pour les coefficients techniques utilisés dans le calcul des indicateurs relatifs à la gestion azotée, on a bien souvent utilisé les coefficients azotés calculés dans les zones tempérées. Or le relief, le climat comme les systèmes d'alimentation sur graminées tropicales peuvent modifier les fonctions physiologiques des animaux et entraîner des variations dans les quantités produites. En outre, il existe des variations de poids des animaux entre types d'élevage et des variations du taux de protéine du lait selon le mode d'alimentation qui peut modifier sensiblement les résultats du bilan. Par contre, pour les teneurs en MAT des fourrages, on a utilisé les données estimées in situ (Grimaud, 2000).

Dans notre bilan (tableau IV.2.1), on ne tient pas compte des importations ou des exportations de matière organique qui résultent de l'achat ou de la vente de fumier ou compost. On ne tient pas compte non plus de l'azote produit et/ou consommé sur l'exploitation, comme des pertes liées à la volatilisation. Or une approche plus approfondie des entrées et des sorties d'azote conduites auprès de 17 exploitations à La Réunion (Gousseff *et al.*, 2002) révèle que les sorties d'azote par l'exportation de lisier ou de fumier peuvent être importantes pour certaines exploitations et améliorent grandement l'efficacité azotée.

En outre, le lisier et/ou le fumier constituent des matières fertilisantes non négligeables pour le sol. Des études conduites en Europe sur longue période montrent que « *le compost de fumier, utilisé en amendement, à raison de 10 à 20 tonnes par ha, comparé à l'absence de fumure ou au recours à une fertilisation minérale classique dans les conditions locales, conduit -après 18 ans d'essais- à observer un piégeage supplémentaire de C, estimé à 1-1.1 tonnes par ha* » (Limbou, 2001, cité par Lecomte *et al.*, 2003). Dans le modèle, les options de fertilisation résultent d'un compromis entre les recommandations de l'AFP et les pratiques des producteurs. Ces normes s'appliquent pour les décisions de replantation et après chaque coupe. Les quantités de fertilisant varient donc selon le nombre de coupes qui est alors endogène. Ce nombre de coupes va varier en fonction des besoins en protéines et énergie des animaux (plus on augmente le nombre de coupes, plus la valeur protéique est élevée) et des coûts de collecte en heures de mécanisation, de travail et de fertilisants. Or pour tenir compte des phénomènes de substitution entre la fertilisation organique et la fertilisation chimique, il serait nécessaire d'introduire un coefficient de variation de la qualité des prairies dans le temps et d'introduire les nouvelles options relatives à une fertilisation organique. Aussi les stratégies de gestion de l'azote deviennent complexes et impliquent de fortes collaborations pluridisciplinaires.

Si le modèle représente un outil utile dans une démarche de compréhension des choix techniques et économiques des éleveurs compte tenu de leur système, seule une approche relativement fine des mécanismes biologiques peut permettre de calculer de manière précise un bilan.

On voit se dessiner la nécessité de coupler des approches :

- d'une part un système à compartiment qui prenne en compte les différentes options techniques possibles et leur effet sur le compartiment suivant. Par exemple, la réduction de l'excès d'azote en PDIN et PDIE dans les rations a un effet notoire sur le rejet d'azote uréique de l'animal et donc la teneur en azote des effluents. De même, le recyclage des effluents en prairie après compostage peut permettre de diminuer la facture d'engrais et le bilan des entrées d'azote minéral, etc.
- D'autre part, l'introduction de ce panel d'options techniques dans le modèle de programmation mathématique permettrait d'approcher avec les méthodes de programmation multi-critères ou multi-objectifs les solutions les plus efficaces pour chaque type d'exploitation i.e. les solutions qui tiennent compte de la viabilité des exploitations et durabilité des systèmes.

En outre, les flux d'azote entre les différents compartiments de l'exploitation (animal, fosse, surface fourragère) s'inscrit dans le temps avec des effets différenciés à court et long terme sur un espace à géométrie variable selon les conditions d'échanges économiques et sociaux.

5.3. Développement d'un modèle régional

Dans le cadre du modèle exploitation, nous disposons d'un ensemble de solutions optimales, correspondant aux différents types d'exploitations représentées à La Réunion. Pour chaque exploitation, on suppose que chacun cherche à maximiser une fonction, tout en satisfaisant une série de contraintes concernant la terre, la main d'œuvre, la consommation et les liquidités, etc. Cependant, pour certains facteurs, l'accès est limité au niveau de l'île comme le foin de chloris, la terre, le potentiel humain et technique.

Dès lors, les modèles d'exploitation tels qu'ils sont présentés ci-dessus permettent difficilement de comprendre les décisions des producteurs si l'on ne tient pas compte des imperfections du marché de location des terres, du marché du travail agricole au niveau régional, de l'accès conditionné, limité à certains intrants, etc. Dans des zones isolées, la main d'œuvre agricole peut faire défaut durant les saisons ou périodes de travaux agricoles en raison de la faible valeur du salaire agricole, de la faible attirance de la zone ou du secteur. La location de terre est forcément contrainte par les donations en location qui proviennent des exploitations du secteur ou d'autres secteurs. Il est rare que les exploitants veuillent acheter ou louer des terres au-delà d'un périmètre compte tenu des coûts de transport et parfois d'organisation, que demande un trop grand éloignement. Ce cadre est particulièrement vrai pour des zones isolées ou confrontées à une forte variabilité des rendements et des résultats.

Dans ce cadre on rejoint bien la définition d'un modèle sectoriel où se confrontent l'offre et la demande pour certains facteurs, comme le travail ou la terre. De même en matière d'approvisionnement en fourrages comme le foin de chloris, la paille de canne, les éleveurs peuvent être confrontés à une pénurie régionale ou à un coût trop élevé lié à une compétition en période sèche entre éleveurs laitiers mais aussi une concurrence ou compétition inter secteurs, avec par exemple le secteur bovin viande. Il existe bien des distorsions régionales. Par contre, pour d'autres facteurs comme les concentrés, les éleveurs sont protégés de la loi des prix sur le marché national ou international en raison des réglementations de prix régionales. Ces éléments montrent l'intérêt d'une approche relativement fine et spatialisée des conditions d'offre et de demande pour chaque type d'intrants et/ou de produits. On ne peut parler à proprement parler d'échange entre types d'exploitations dans le sens où ces échanges n'impliquent pas forcément et uniquement les agents du secteur laitier.

Enfin pour certains intrants comme la paille de canne à un prix fixe, on a bien affaire à un bien régulé au niveau du secteur même si des agents extérieurs peuvent participer à l'établissement des règles d'accès pour les différents éleveurs. Ceci est aussi vrai pour la régulation d'un montant total d'aide.

Ainsi ces interactions entre offre et demande vont influencer les coûts d'accès aux intrants, la quantité disponible par exploitation mais aussi le coût d'opportunité des facteurs fixes comme la terre ou facteurs vivants comme les animaux reproducteurs. Aujourd'hui, l'augmentation du cheptel laitier au niveau régional peut entraîner une augmentation du coût alimentaire des animaux (pour suppléer à la baisse du disponible de fourrage) avec une baisse de rentabilité de l'élevage, mais aussi entraîner une augmentation de prix de la rente foncière en raison des problèmes de pénurie de fourrages et de la compétition avec d'autres secteurs (élevage allaitant, urbanisme, tourisme, etc.).

Le modèle régional est donc une approche intermédiaire d'équilibre partiel, qui permet de tenir compte des contraintes de disponibilité régionale pour certains facteurs afin de visualiser l'évolution de l'ensemble de la région et de mesurer les répercussions de changements extérieurs sur l'emploi et l'environnement, par exemple, aussi bien à l'intérieur des diverses exploitations qu'au niveau régional. Il s'agit donc d'avoir une représentation relativement fine : 1) de la structure des exploitations, des comportements et des stratégies des acteurs, et 2) des relations entre unités de production au niveau régional.

Cependant les limites de la région sont généralement floues. Pour le secteur laitier réunionnais, les décisions sur les prix ou les aides se prennent bien souvent au niveau européen ou national avec des répercussions directes sur l'emploi, les salaires, les

investissements sur la région. Mais il faut également tenir compte du pouvoir de négociation de la Région ou de l'interprofession. Si pour les produits alimentaires issus de la canne, on peut parler d'une offre/demande à l'échelle régionale (L'Ile de La Réunion), notamment entre les Hauts et les Bas, le marché de la terre que ce soit pour la location ou l'achat est beaucoup plus complexe en raison des conditions naturelles, ce qui crée des marchés ou échanges de facteurs sur des espaces à géométrie variable. Il s'agira ici davantage d'essayer de comprendre les effets locaux d'un partage des ressources compte tenu des contraintes locales.

Pour valider cette procédure, il faut en premier lieu définir la notion de région, c'est-à-dire le degré d'homogénéité de la région et justifier dans quelle mesure cette zone correspond à une entité pour un bien ou un intrant. Pour cela, il faut :

- tenir compte des contraintes fixes qui, sur un horizon de planification où l'on peut raisonnablement se placer, restreignent l'éventail des solutions possibles.
- approcher le degré d'homogénéité de la région : pour qu'il y ait une relative concordance entre les objectifs des agents et ceux que propose le plan régional (décideurs locaux, responsables d'organismes collectifs - coopérative, AFP, professionnels, privés).

En principe les plans optimaux de chaque catégorie d'entreprise sont multipliés par le nombre de firmes qui en font partie. Mais on se heurte à des problèmes théoriques à peu près insurmontables relatifs au prix de vente et à l'effectif des classes. Un groupe d'individu possède un comportement propre qui est rarement identique à la somme des comportements individuels. Les exemples sont nombreux : si un grand agriculteur cherche l'équilibre optimal entre ses diverses activités, peut-il considérer que les prix de vente sont des données alors que probablement ses plans seront copiés avec des effets sur les prix, etc. De plus est-il justifié de considérer l'effectif d'une catégorie d'entreprises homogènes comme une donnée, alors que ce sont justement les variations de prix qui vont décider un agriculteur à s'adonner à telle ou telle activité et qui vont le faire changer de classe ?

Si La Réunion pourrait être considérée comme une région relativement homogène en tant que territoire restreint et isolé, les différences de potentialité agronomiques (différence de sols, de climat, de topographie, de ressources naturelles...) comme les coûts de transaction et d'information entre zones créent des situations de rente et font que La Réunion pourrait se découper en une multitude de micro-régions pour approcher l'accès à certains facteurs ou certaines ressources comme le foncier.

Enfin, certaines alternatives comme la possibilité de faire du compost peuvent dépasser l'exploitation et s'inscrire plus à des échelles micro-régionales, voire régionales. Par exemple, les possibilités d'échange de paille de canne et d'effluent entre les élevages laitiers, largement installés dans les hauts, et les canniers, installés dans les Bas, conduisent à raisonner ces alternatives au niveau régional. De même certains enjeux de la filière, relatifs au volume laitier ou à la gestion d'une aide par exemple, conduisent à des analyses régionales.

Ainsi le modèle régional pourrait s'avérer être un outil intéressant pour alimenter le débat voire les négociations sur les formes d'échanges des ressources (produits dérivés de la canne, effluent, voire foncier) entre différents acteurs régionaux concernés.

UTILISATION : INTERFACE AMSTEL

(Aide à la Modélisation et Simulation Technique et Economique
des Exploitations Laitières à La Réunion)

On se propose de présenter brièvement les différents volets de l'interface.

V.1. Conception de l'interface AMSTEL

Pour obtenir un outil d'aide à la décision, il s'agit donc de définir avec les partenaires, en premier lieu la coopérative laitière, quelles sont les variables d'entrée sur lesquelles on doit pouvoir agir et les variables de sortie qu'on désire mettre en avant.

MODELE DE RECHERCHE	OUTIL D'AIDE A LA DECISION
• Nombreuses variables d'entrée • Modification des variables d'entrée au sein du code de programmation • Variables de sorties nombreuses en format texte	• Variables d'entrée correspondant aux leviers d'action de la filière. • Modification des variables d'entrée à l'aide d'une interface conviviale • Sorties correspondant aux variables de diagnostic, les plus importantes sous forme de graphique

A partir de ces demandes, une interface graphique a été développée. Elle permet, d'une part, de modifier les paramètres d'entrée de façon intuitive, d'autre part de consulter les sorties de façon visuelle et rapide. Les partenaires peuvent ainsi simuler divers scénarios en modifiant les paramètres d'entrée (figure V.1.1) et comparer les résultats avec des simulations de référence (figure V.1.2 et 3).

Figure V.1.1 : Modification de paramètre d'entrée par exemple du prix du lait en été

EX2 (Plaine des Cafres)

Exploitation Scenarios Execution Resultat Graphiques ?

Paramètres Economiques

Subventions obtenue dans le cadre du Poséïdom

Subvention obtenu dans le cadre des PDL

Prix de vente des fourrages

Variation de prix de vente des fourrages

Prix moyen et écart type des fertilisants

Prix des semences

Prix d'achat des animaux

Prix de vente du lait

Subvention reçu dans le cadre de l'art. 10 (ex art. 6)

Prix de vente lait

prix de vente du lait (en FF/litre)

PRODUIT	ANNEE	Eté	Hiver
LAIT	An1	2.4	2.63
LAIT	An2	2.4	2.61
LAIT	An3	2.4	2.6
LAIT	An4	2.4	2.585
LAIT	An5	2.575	2.575

Mettre à jour

Actualiser

Fermer

Figure V.1.2 : Observation de la déviation par rapport à la situation de référence (voie numérique)

EX2 (Plaine des Cafres)

Edt Fermer

Déviati

Deviation par rapport à la situation de référence

Region

EX2

Résultats

Légende

Revenu disponible agricole	P2	-01%	-06%	-04%	11%	-04%
Revenu disponible totale	P1	-21%	-18%	-18%	-15%	-06%
Revenu disponible totale	P2	-01%	-06%	-05%	11%	-04%
Dettes restantes	P1	02%	02%	02%	02%	03%
Dettes restantes	P2	02%	02%	02%	03%	03%
Annuité	P1					
Annuité	P2	02%	02%	02%	02%	02%
Credit a court terme	P1		20487.06			
Credit a court terme	P2	19%	400%			

Légende

Simulation > Référence

Référence < Simulation

Simulation = Référence

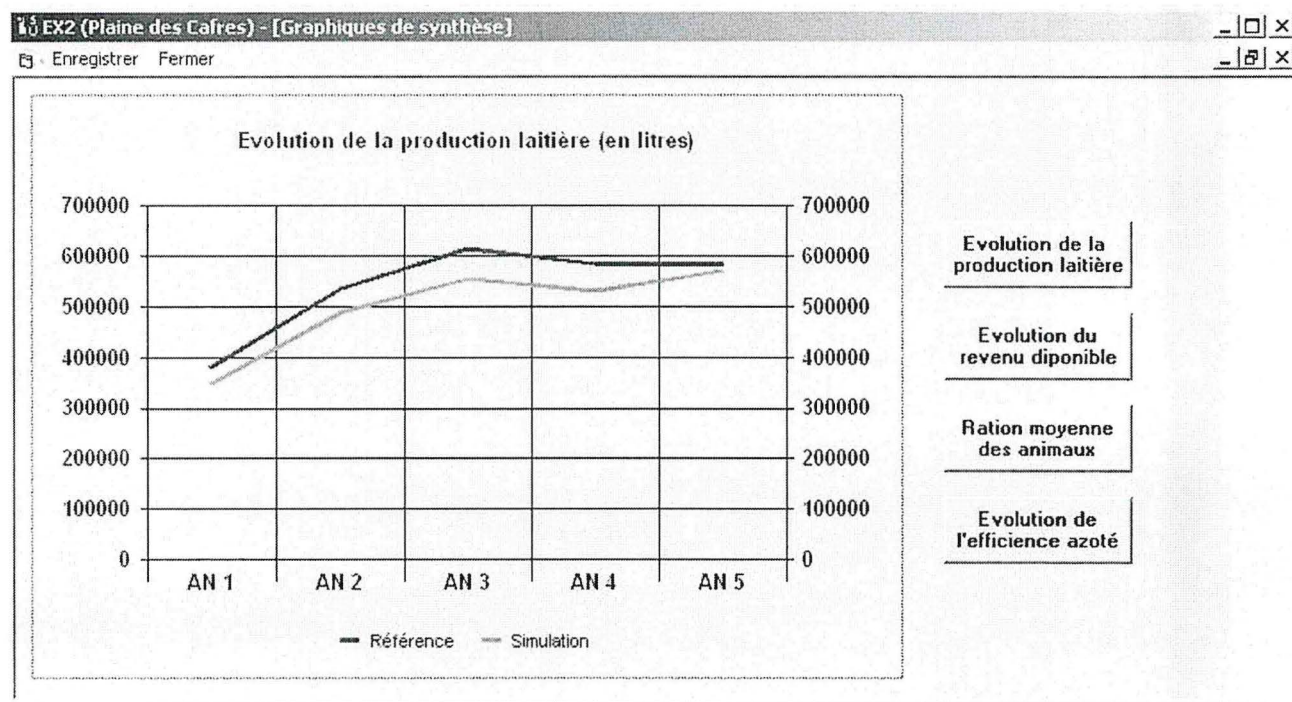
Référence = 0

Simulation < 0

Simulation = 0

Formule de calcul de la deviation: (simulation - référence)/référence

Figure V.1.3 : Observation de la déviation par rapport à la situation de référence
(voie graphique)



V.2. Menu principal

V.2.1. Présentation générale

Le menu principal comprend 6 volets :

- 1) Exploitation : pour choisir le type d'exploitation pour laquelle on souhaite faire des simulations
- 2) Scénarios : pour choisir les paramètres que l'on souhaite changer pour la simulation
- 3) Exécution : pour faire tourner le modèle
- 4) Résultats : Table de sortie de résultats
- 5) Graphiques : graphiques de sortie pré établis
- 6) Aides : quelques fonctions annexes comme le transfert de données sur excel

V.2.2. Sélection de l'exploitation

Dans la barre d'outils, sélectionner Fichier. Dans le menu, apparaissent les 6 exploitations. Choisir l'exploitation pour laquelle vous souhaitez faire tourner une simulation.

Exploitation	Scénarios	Exécution	Résultat	Graphiques	?
--------------	-----------	-----------	----------	------------	---

Type 1: Faible autonomie fourragère/ Plaine des grègues
Type 2: Grandes exploitations/ Plaine des Cafres
Type 3: Exploitation modèle/ Plaines des palmistes
Type 4: Exploitation Hors Sol/ Plaine des cafres
Type 5: Petites exploitations/ Plaine des cafres
Type 6: Exploitations sur Pâturage/ Haut de l'ouest

V.2.3. Concevoir un scénario

Dans la barre d'outils, sélectionner « Scénarios ». Dans le menu apparaît des groupes et sous groupes:

- 1) Paramètres Région
 - a. Nombre d'exploitations par type
 - b. Disponibilité foncière au niveau de la région
- 2) Paramètres Matériel
 - a. Charges de matériel (prix d'achat, prix de location, amortissement, coût horaire d'entretien)
 - b. Durée d'utilisation du matériel
 - c. Coefficient correcteur des coûts matériels
- 3) Paramètres Système fourrager
 - a. Valeur alimentaire des concentrés
 - b. Valeur alimentaire des fourrages
 - c. Variation des valeurs alimentaires/nombre de coupes
 - d. Rendements moyens des prairies (tMS/ha)
 - e. Coefficient correcteur des rendements/zone
 - f. Coût et subvention à l'amélioration des prairies
 - g. Coût et subvention à la création des prairies
 - h. Coût et subvention au renouvellement de la canne à sucre
 - i. Besoin des prairies en fertilisation en début de période
 - j. Besoin des prairies en fertilisation après chaque coupe
 - k. Besoin de la canne en fertilisation
 - l. Coefficient de correction des besoins de fertilisation par ha.
- 4) Paramètre Mécanisation
 - a. Besoin des prairies en mécanisation en début de période
 - b. Besoin des prairies en mécanisation après chaque coupe
 - c. Besoin des prairies en mécanisation par mode de récolte
 - d. Coefficient correcteur des besoins de mécanisation par région
 - e. Coefficient correcteur des besoins par mode de récolte et par région
- 5) Paramètre Travail
 - a. Besoin des prairies en main d'œuvre (coupe)
 - b. Besoin des prairies en main d'œuvre début d'année
- 6) Paramètre Dotation initiale
 - a. Disponibilité en terre par type d'exploitation
 - b. Assolement initial par type d'exploitation
 - c. Effectif initial d'animaux par type d'exploitation
 - d. Dotation initiale en matériel
 - e. Revenu seuil par type d'exploitation
 - f. Données financières des exploitations
 - g. Dette et créance de chaque exploitation
 - h. Prélèvement privé par période
- 7) Paramètre Systèmes d'élevage
 - a. Besoin d'entretien des animaux
 - b. Besoin nutritif des vaches laitières selon leur potentiel
 - c. Charges opérationnelles et structurelles par UGB
 - d. Taux de reproduction des vaches par période
 - e. Taux de réforme des vaches par période

8) Paramètre Economique

- a. Subvention obtenue dans le cadre du Poseïdom (Art 11 : ex Art 9 bis)
- b. Subvention obtenue dans le cadre des PDL
- c. Prix de vente des fourrages
- d. Variation de prix de vente des fourrages
- e. Prix moyen et écart type des fertilisants
- f. Prix des semences
- g. Prix d'achat des animaux
- h. Prix de vente du lait
- i. Subvention reçue dans le cadre de l'art. 10 (ex art. 6)

Exploitations	Scénarios	Exécution	Résultats	Graphiques	?
---------------	-----------	-----------	-----------	------------	---

Région Matériel Système fourrager Mécanisation Travail Dotation initiale Système élevage Economie Réinitialiser les paramètres	Nombre d'exploitations par région Disponibilité foncière région
--	--

Donc il suffit de cliquer sur le groupe, puis le sous-groupe, et une table s'affiche où il suffit de changer les paramètres.

En cliquant sur « Réinitialiser les paramètres », on retrouve la situation de référence dans toutes les tables.

V.2.4. Exécuter un scénario

Après avoir changé les paramètres pour un scénario, cliquer sur « Exécution » pour faire tourner la simulation

V.2.5. Lire les résultats

Dans « résultats », il est possible de choisir :

- Résultats : affichage des résultats en valeur
- Déviation : mesure les écarts entre la situation de référence et la simulation (en %)
- Référence : Présentation des tables dans la situation de référence

La situation de référence est le scénario lorsque les paramètres n'ont pas changé.

Dans les résultats, on compte près de 12 tables :

- 1) Résultats globaux (Par saison)
- 2) Foncier disponible et aménagement (en ha) par saison
- 3) Système fourrager (en ha) par saison
- 4) Bilan fourrager annuel (en TMS)
 - a. Par saison
 - b. Par an
- 5) Effectif cheptel (plus transactions vente et achat)
 - a. Par saison
 - b. Par an
- 6) Travail loué
- 7) Ration aliment par saison
- 8) Compte d'exploitation
- 9) Charges d'exploitation
- 10) Etat financier
- 11) Rentabilité (calcul d'indicateurs)
- 12) Bilan azoté et efficience

Il suffit de copier les données pour les récupérer sur Excel.

V.2.6. Graphiques

Afficher des graphiques pré-établis

Graph 1 : Evolution du revenu disponible

Graph 2 : Evolution de la production laitière

Graph 3 : Ration moyenne des animaux

Graph 4 : Evolution de l'efficacité azotée

Sur les graphiques, la situation de référence est affichée.

Pour chaque scénario, les nouvelles courbes sont dessinées jusqu'à la réinitialisation des données dans Scénarios

Exploitations	Scenarios	Execution	Résultats	Graphiques	?
				Revenu disponible	
				Production laitière	
				Ration alimentaire	
				Efficacité azotée	

V.2.7. Aides

Dans « ? », figurent des fichiers d'information, notamment sur les abréviations utilisées dans les tables de paramètres comme les tables résultats.

-VI-

DOCUMENTS PRODUITS

1. Publications dans des revues à comité de lecture

Alary V., Messad S., Taché C., Tillard E., 2002. Approche de la diversité des systèmes d'élevage laitiers à La Réunion. *Revue d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 2002, 55(4), 285-297.

Louhichi K., Alary V., Grimaud P., 2004. A dynamic model to analyse the bio-technical and socio-economic interactions in dairy farming systems on the Reunion Island, *Animal Research* 53 (2004), 363-382.

2. Communications

Alary V., 2001. Quels types de données pour quel type de modèle ? Essai de modélisation du comportement des éleveurs laitiers à La Réunion. *In*: Modélisation du fonctionnement des troupeaux, Ed. Scientifique : B. Faye, S. Ingrand, Compte rendu du séminaire INRA-CIRAD, Montpellier, du 31 janvier au 1^{er} février 2001, pp. 81-88

Alary V., Messad S., Tillard E., 2001, Approche fonctionnelle de la diversité des systèmes d'élevage laitiers à l'Ile de La Réunion. Utilisation de l'AFM (Analyse Factorielle Multiple) comme aide à l'interprétation de la variabilité inter et intra groupe. *In*: Huitièmes rencontres autour des recherches sur les ruminants. Paris, France, Institut de l'élevage, n.8, p. 251. *Rencontres Autour des Recherches sur les ruminants*. 8, 2001/12/05-06, Paris, France.

Alary V., 2002. « Adaptabilité d'un outil de programmation mathématique – Intérêts et limites de l'application de l'outil sur trois terrain, l'Haryana (Inde), La Réunion et le Maghreb (Algérie, Tunisie) ». *In*: Grimaud, P. Les outils d'aide à la gestion des fourrages. *In*: Inra-Cirad / Région Réunion / AFP. Pôle élevage du Cirad à la Réunion, ed. p.

Louhichi K., Fertil G., Alary V., Choisis J.P., Lepetit J., 2002. Apport de la modélisation économique à l'analyse prospective et l'aide au pilotage des systèmes d'élevage laitier à La Réunion. *Rencontre Recherches Ruminants*. 9, 57-60.

Choisis J.P., Grimaud P., Alary V., Legendre E., Lepetit J., Thomas P., Blanfort V., Chia E., Lecomte P., 2003. Accroître la productivité dans un contexte insulaire à forte contrainte foncière : le développement de l'élevage bovin à La Réunion doit s'appuyer sur de nouvelles formes d'organisation sociale. 25-28 août 2003, Telesse Terme, Benevento, Italie, 6ème Symposium international des Livestock Farming Systems. Organisé par : Livestock Farming Systems Working Group (LFS WG) of the European Association for Animal Production (EAAP), ConSDABI, Instituto Sperimentale per la Zootecnia (ISZ) and Horse Commission of the EAAP.

V. Alary, E. Tillard, P. Lecomte, M. Gousseff, K. Louhichi, J.P. Choisis, P. Grimaud, 2003. Comment intégrer la durabilité agroécologique des systèmes d'élevage laitiers à La Réunion à partir de modèles de comportement élaborés par programmation mathématique ? Symposium Régional sur Les Ruminants- La Réunion, 10-13 juin, 2003.

3. Mémoires de stage et rapport de post doctorat

Blanco M., 2001. Appui à l'opération «Modélisation et simulation économique de la rentabilité des exploitations laitières et allaitantes», Rapport de mission provisoire du 1^{er} novembre au 28 décembre 2000, 75 p.

Louhichi K. *et al.*, 2002. Application d'un modèle économique dynamique à l'analyse prospective des systèmes d'élevage laitiers à La Réunion. Post doctorat CIRAD- Pôle Elevage La réunion- Avril 2001-Oct 2002, 111p.

Pastel B., 2001. Etude primaire de la filière lait dans le district de Mbarara (Ouganda), Université Paris XI Orsay / Cirad-Emvt, Paris, 42p. + annexes. (mémoire DESS Economie agricole internationale).

Taché C., 2001. Diagnostic des exploitations laitières de l'Ile de la Réunion. Mémoire de fin d'études. ISTOM. 96 p + annexes.

4. Rapports de mission

Alary V., 2000. Opération Modélisation et simulation économique de la rentabilité des exploitations laitières et allaitantes - Mise en place de l'étude, Mission d'identification, Opération Plan Etat Région : « Modélisation économique des exploitations bovines à La Réunion », CIRAD Pôle Elevage/ Région, 1-13 mai 2000, Rapport de mission –EMVT N° 2000-24, Montpellier-France, 28 p.

Alary V., 2000. Typologie des exploitations laitières à La Réunion comme aide à la définition raisonnée de l'échantillon final, Mission d'appui méthodologique, Opération Plan Etat Région : « Modélisation économique des exploitations bovines à la réunion », CIRAD Pôle Elevage/ Région, 4-13 octobre 2000, Rapport de mission –EMVT N° 2000-52, Montpellier-France, 22 p.

Alary V., 2001. Présentation de la typologie des systèmes d'exploitations laitières à La Réunion, Mission d'appui méthodologique, Opération Plan Etat Région : « Modélisation économique des exploitations bovines à la réunion », CIRAD Pôle Elevage/ Région, 12-28 février 2001, Rapport de mission –EMVT N° 2000-018, Montpellier-France, 30 p.

Alary V., 2001. Suivi de l'opération : Modélisation des systèmes d'exploitation laitier et allaitant à La Réunion, Mission d'appui méthodologique, Opération Plan Etat Région : « Modélisation économique des exploitations bovines à la réunion », CIRAD Pôle Elevage/ Région, 8-25 octobre 2001, Rapport de mission –EMVT N° 2000-59, Montpellier-France, 40 p.

Alary V., 2002. Suivi de l'opération : Appui à l'Opération : « Modélisation économique des exploitations bovines à La Réunion », Mission d'appui méthodologique, Opération Plan Etat Région : « Modélisation économique des exploitations bovines à la réunion », CIRAD Pôle Elevage/ Région, 8-19 mai 2002, Rapport de mission EMVT N° 2002-029, Montpellier-France, 32 p.

Alary V., 2003. Appui à l'Opération « Modélisation économique des exploitations bovines à La Réunion », Mission d'appui méthodologique, Opération Plan Etat Région : « Modélisation économique des exploitations bovines à la réunion », CIRAD Pôle Elevage/ Région, 10-27 juin 2003, Rapport de mission EMVT N° 2003-034, Montpellier-France, 34 p.

Alary V., 2004. Finalisation de l'étude du comportement économique des éleveurs laitiers à La Réunion- Transfert de l'outil à la coopérative et perspectives. Mission d'appui, Opération Plan Etat Région : « Modélisation économique des exploitations bovines à la réunion », CIRAD Pôle Elevage/ Région, 1-8 février 2004, Rapport de mission EMVT N° 2004-006, Montpellier-France, 34 p.

5. Produit informatique (M. Gousseff, N. Mbarek, V. Alary)

Interface AMSTEL : Aide à la modélisation et simulation technique et économique des exploitations laitières à La Réunion

ANNEXES

ANNEXE A

Critères d'échantillonnage par type

« Clé typologique »

CRITERES D'ECHANTILLONNAGE par TYPE

TYPE 1

- Zone 0,5
 - Plaine des Grègues, St Joseph (3) 100
 - Plaine des Cafres (1), St Pierre (2) 0
 - Plaine des Palmistes (4) -100

- VL (Effectif) 0,6

- Surface (SAU) 0,4

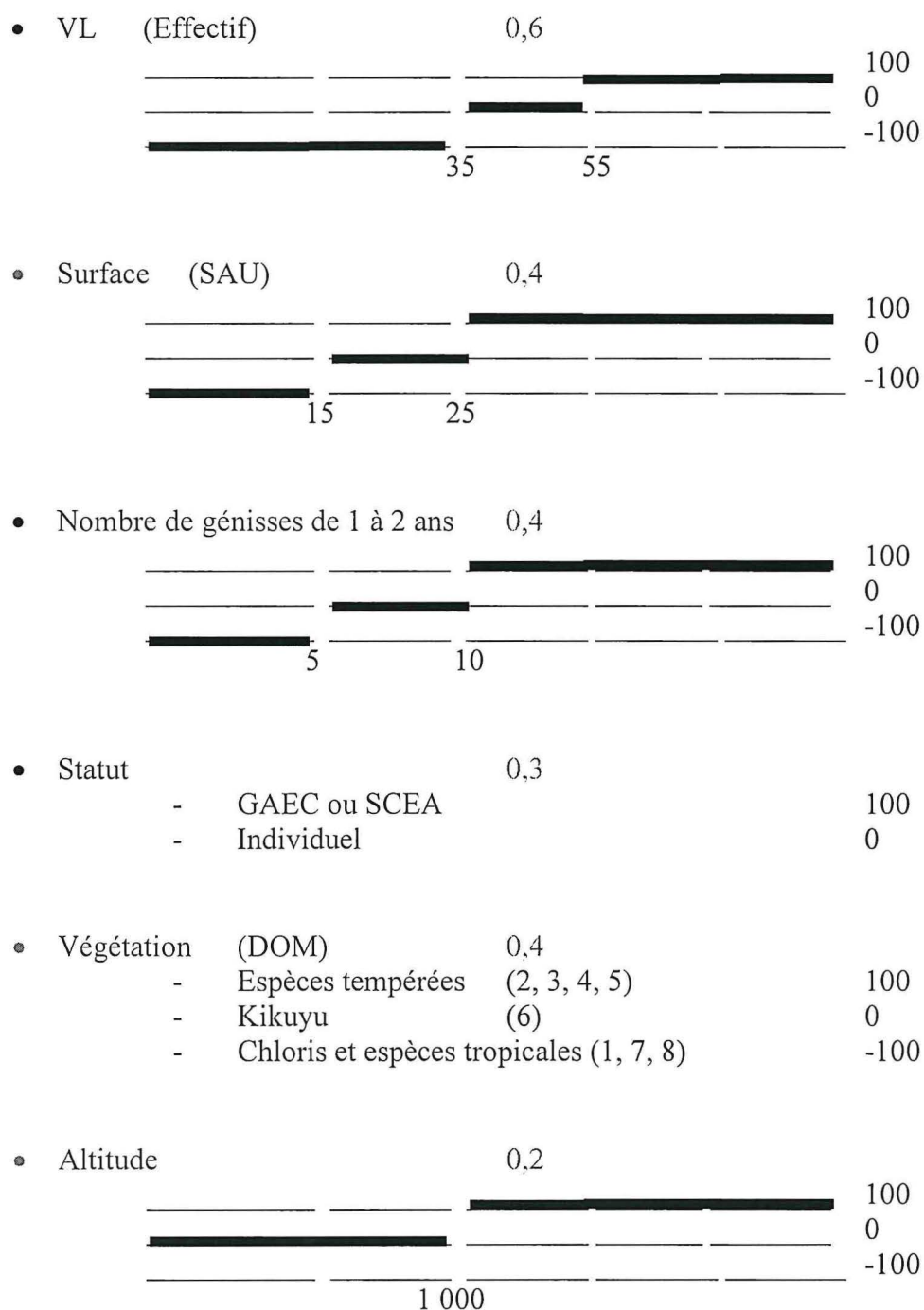
- Chargement 0,3

- Mode d'exploitation 0,6
 - Fauche en vert (3), foin (5) 100
 - Fauche ensilage (4), mixte (6) 0
 - Pâturage (2), parcours (1) -100

- Végétation (DOM) 0,3
 - Chloris et espèces tropicales (1, 7, 8) 100
 - Kikuyu (6) 0
 - Espèces tempérées (2, 3, 4, 5) -100

- Production lait (Pn/VL) 0,2

TYPE 2



TYPE 3

- Zone 0,3
 - Plaine des Palmistes (4), Plaine des Cafres (1) 100
 - Plaine des Grègues, St Joseph (3), St Pierre (2) 0

- VL (Effectif) 0,5



100

0

-100

25 35 55 65

- Chargement 0,4



100

0

-100

1 2 3 4

- Mode d'exploitation 0,5
 - Fauche ensilage (4) 100
 - Fauche en vert (3), mixte (6), foin (5) 0
 - Pâturage (2), parcours (1) 0

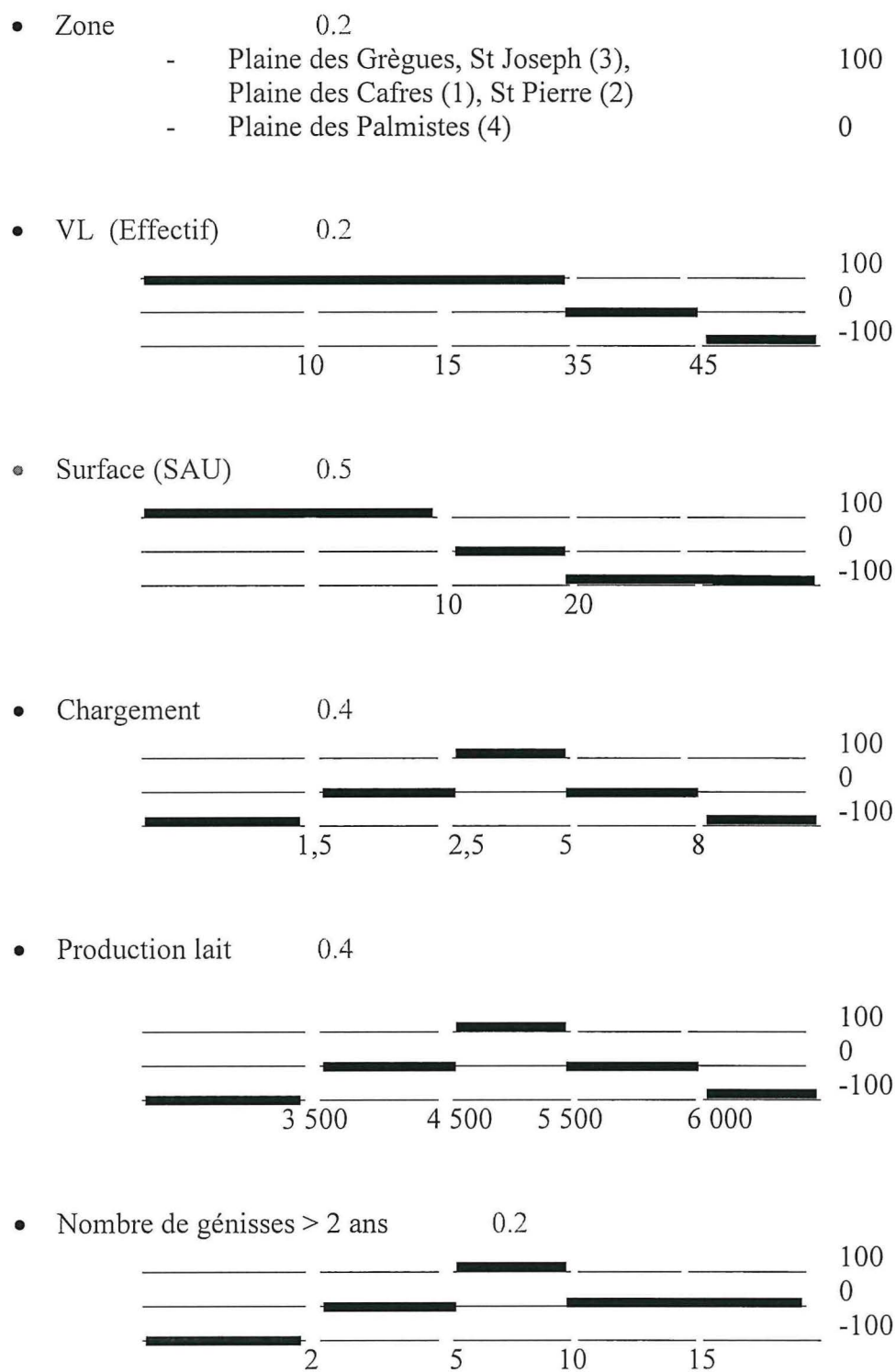
- Végétation (DOM) 0,5
 - Espèces tempérées (2, 3, 4, 5) 100
 - Kikuyu (6) 0
 - Chloris et espèces tropicales (1, 7, 8) -100

TYPE 4

- Zone 0.4
 - Plaine des Cafres (1), St Pierre (2) 100
 - Plaine des Grègues, St Joseph (3) 0
 - Plaine des Palmistes (4) -100

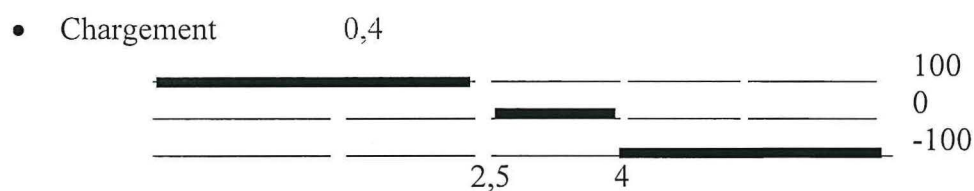


TYPE 5



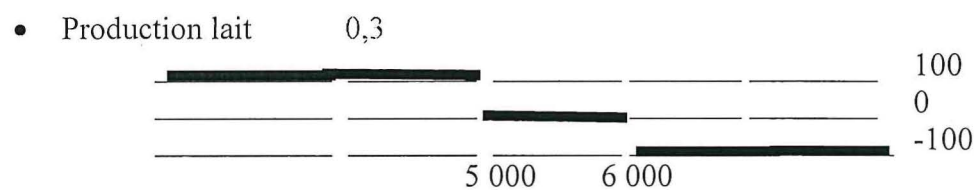
TYPE 6

- Zone 0,4
 - Hauts de l'Ouest, plaine des Grègues, St Joseph (3) 100
 - Plaine des Cafres (1), St Pierre (2) 0
 - Plaine des Palmistes (4) -100



- Mode d'exploitation 0,6
 - Pâturage (2), parcours (1) 100
 - Fauche en vert (3), foin (5), mixte (6) 0
 - Fauche ensilage (4), -100

- Végétation (DOM) 0,4
 - Kikuyu (6) 100
 - Espèces tempérées (2, 3, 4, 5) 0
 - Chloris et espèces tropicales (1, 7, 8) -100

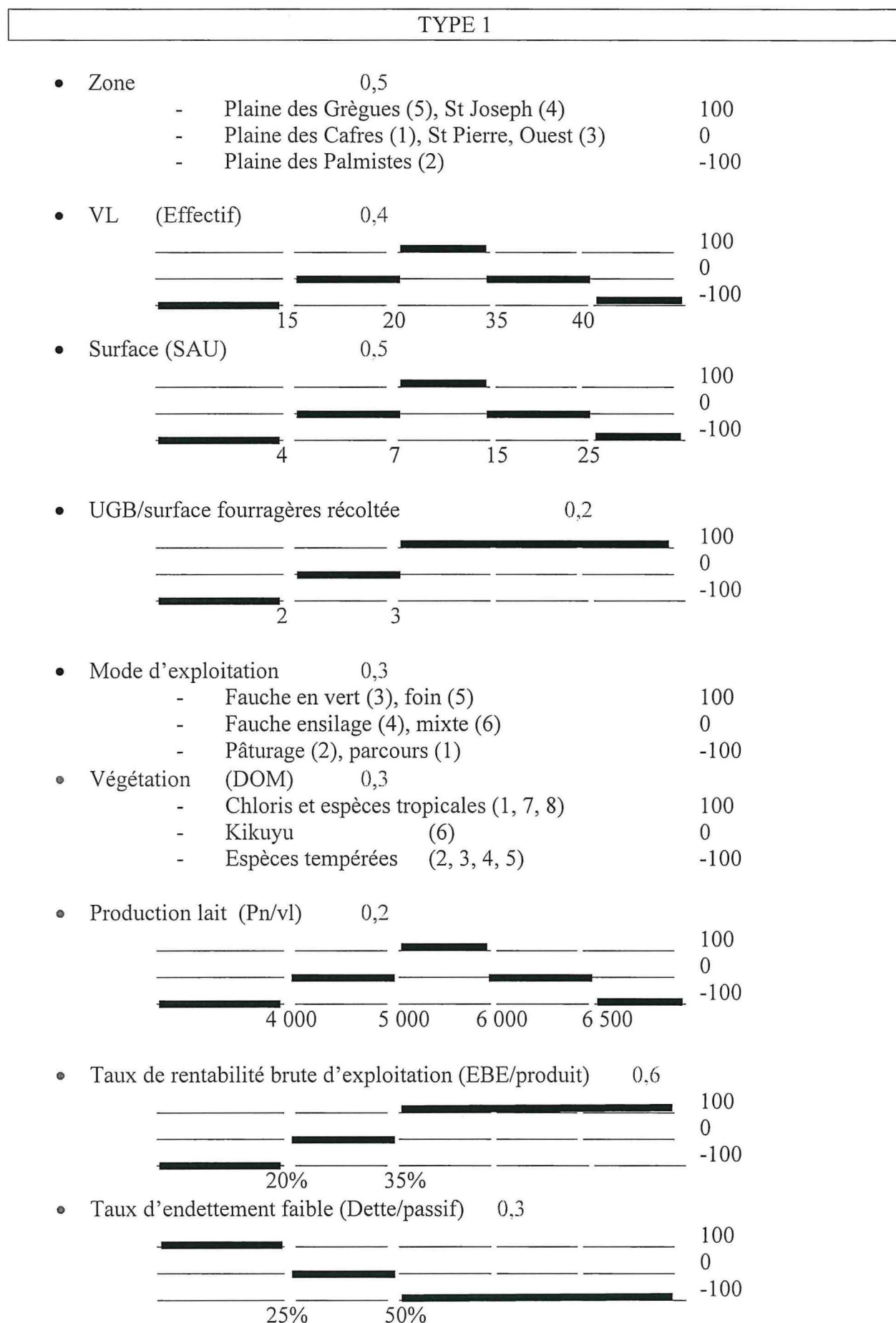


ANNEXE B

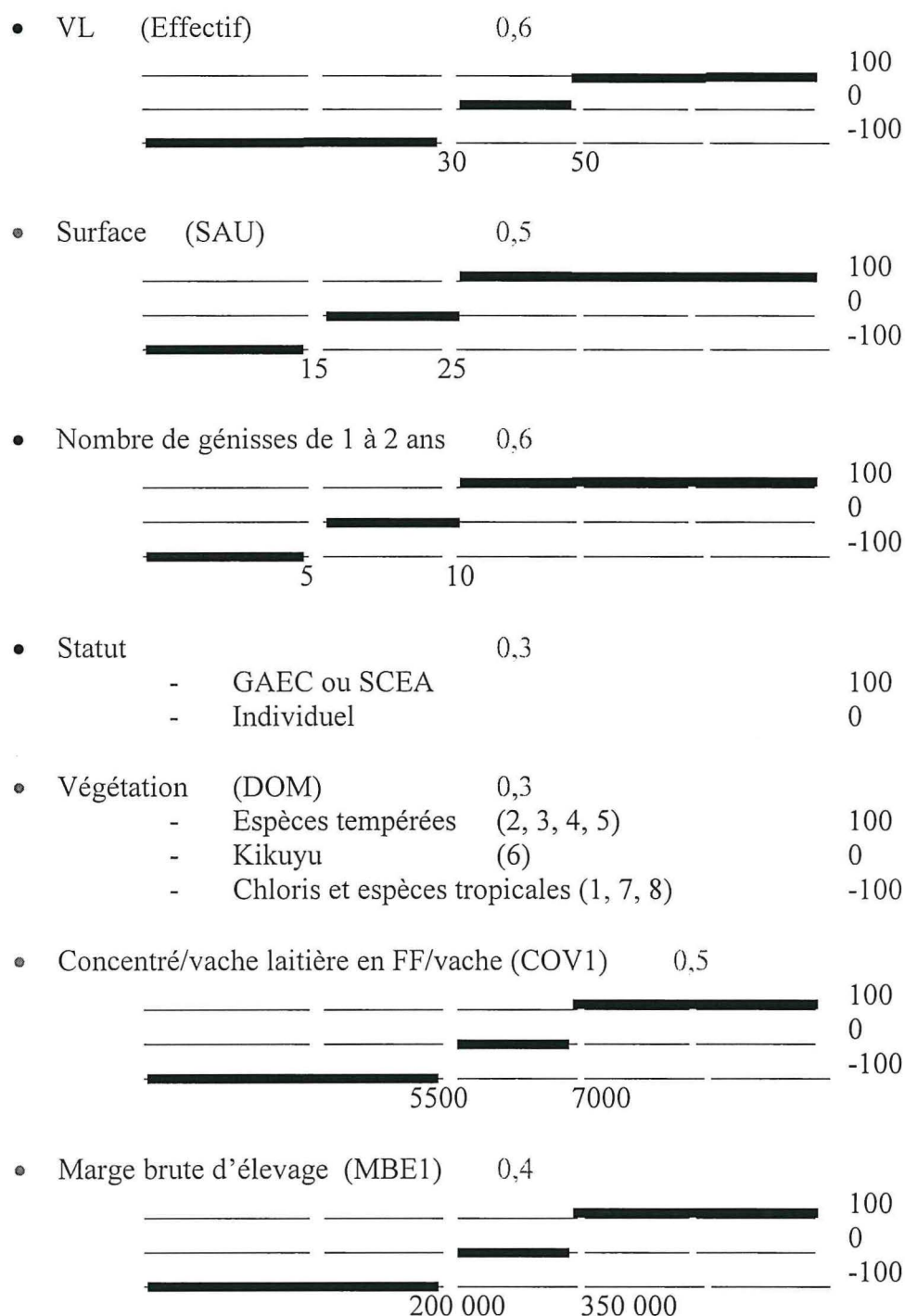
Critères d'échantillonnage pour l'étude des trajectoires

« Clé typologique finale »

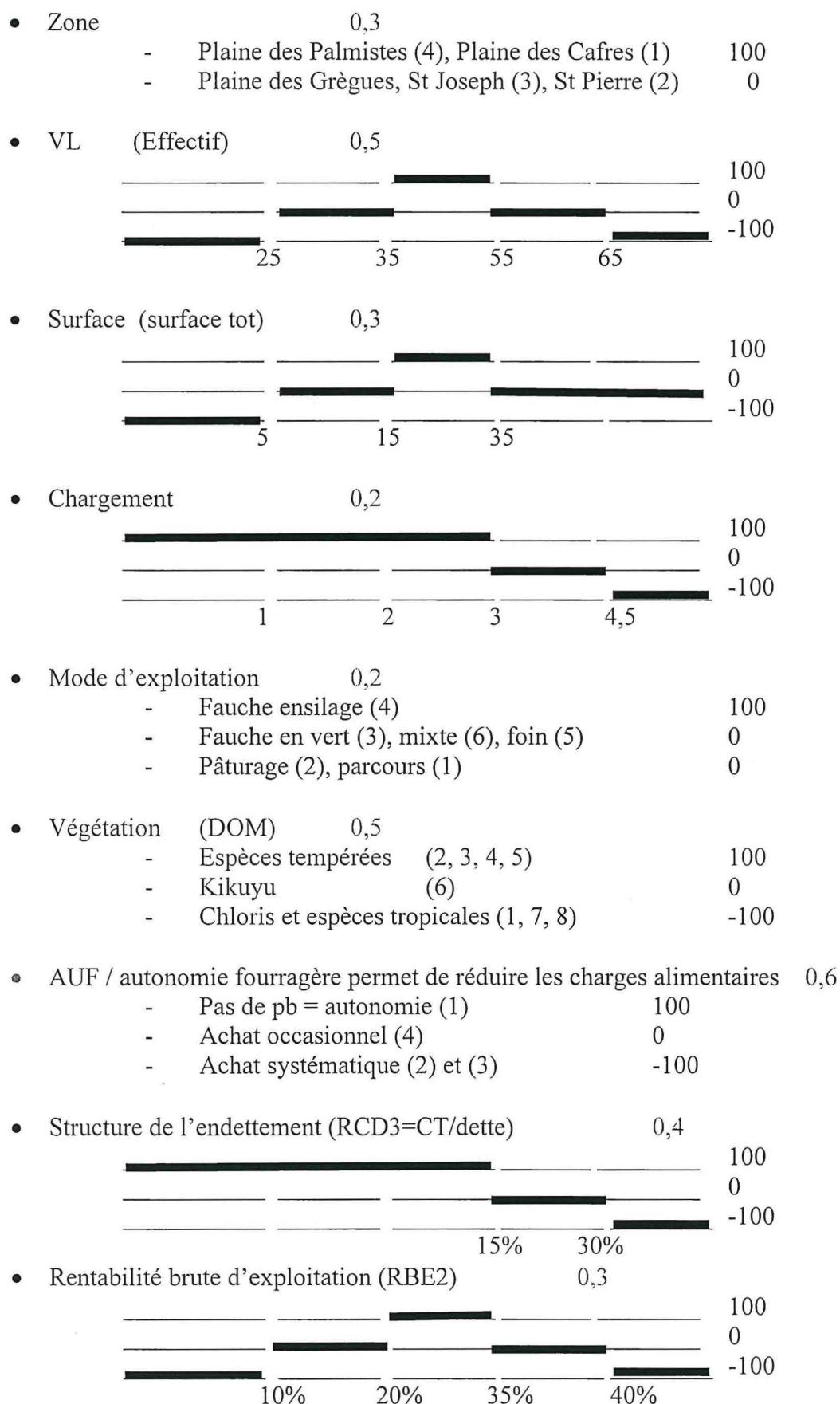
Critères des types pour étude des trajectoires



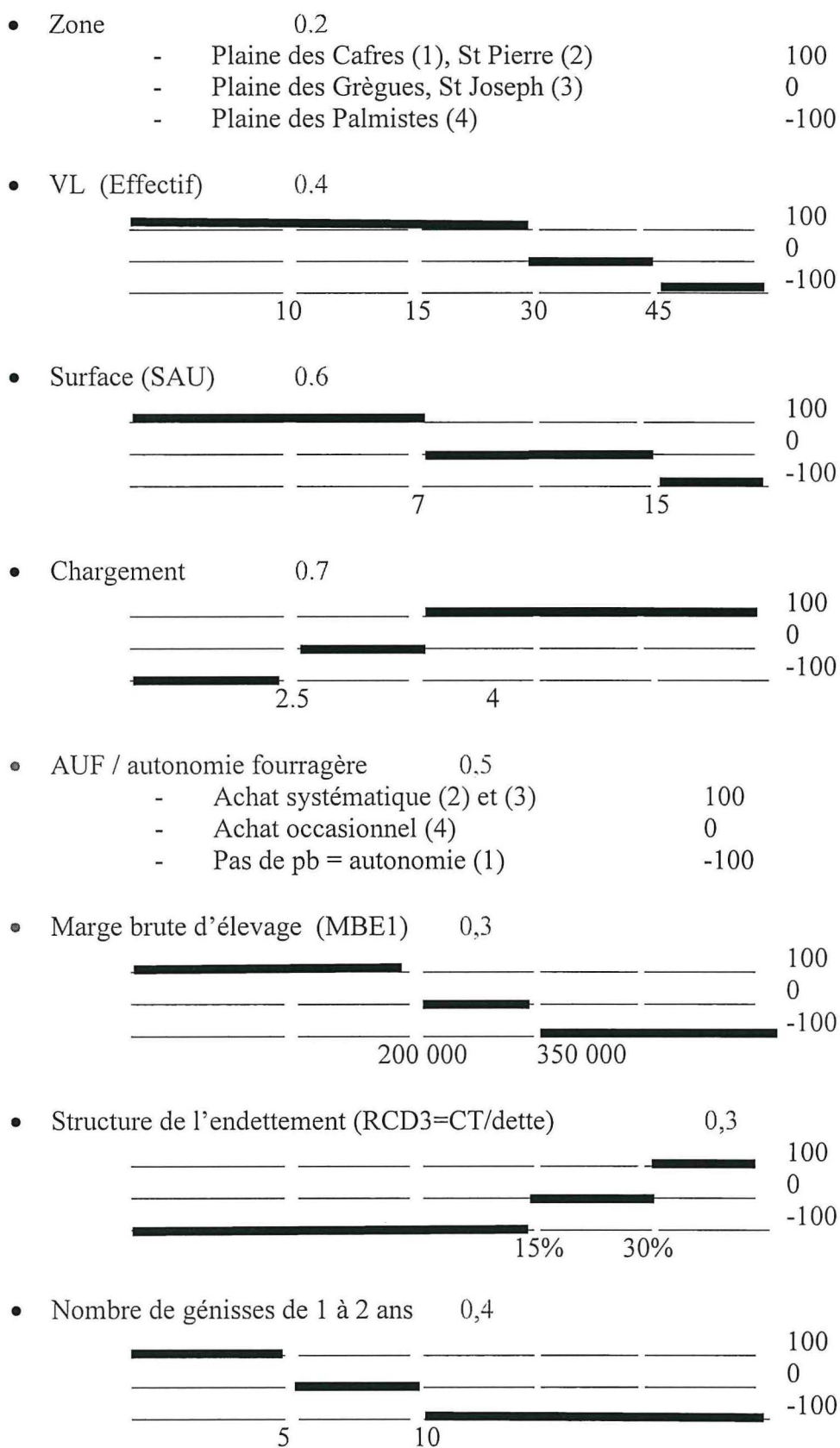
TYPE 2	
--------	--



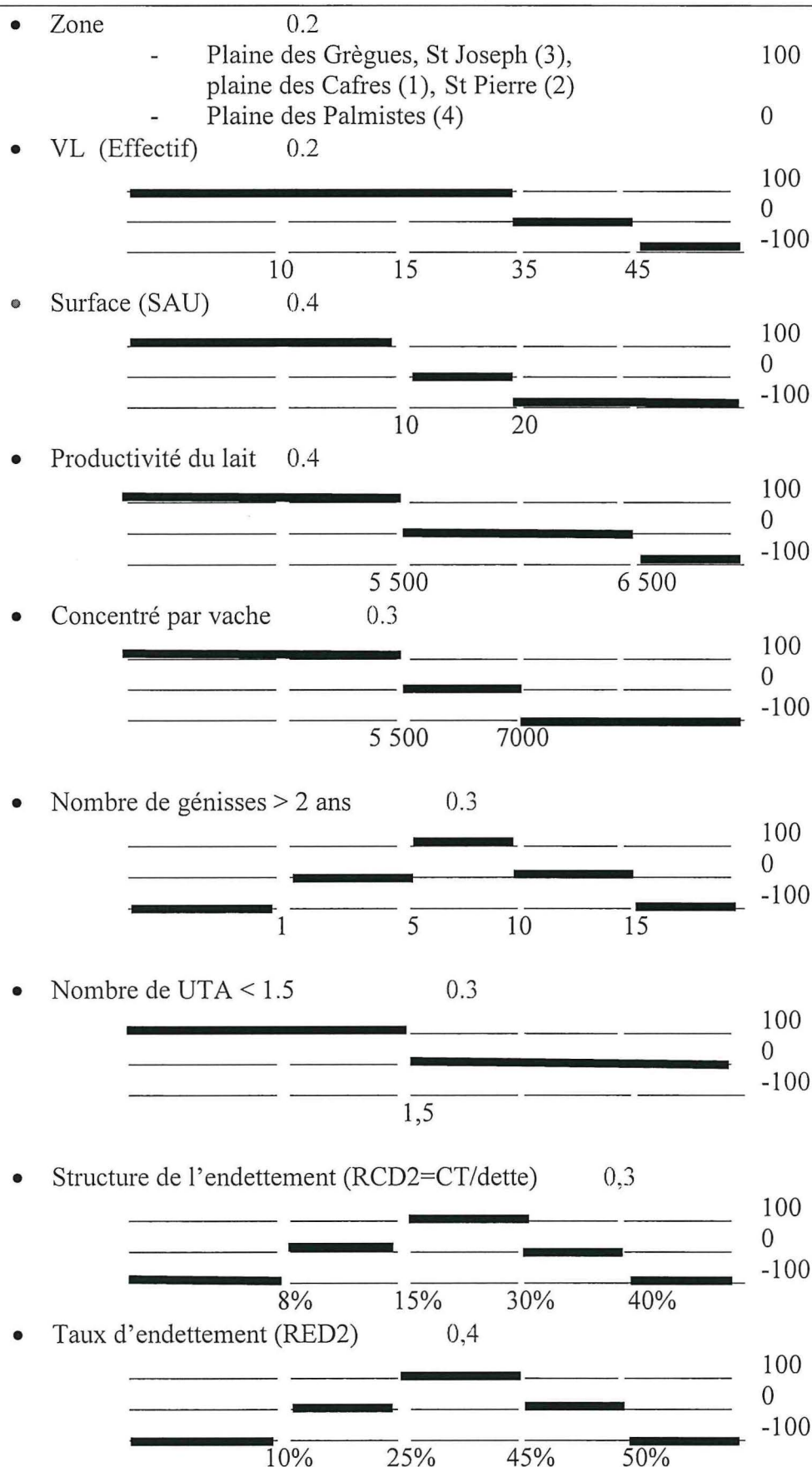
TYPE 3



TYPE 4

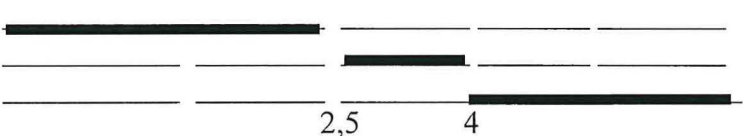


TYPE 5		
--------	--	--



TYPE 6

- Zone 0,6
 - Hauts de l'Ouest, plaine des Grègues 100
 - Plaine des Cafres (1), St Pierre (2), St Joseph 0
 - Plaine des Palmistes (4) -100

- Chargement 0,5
 

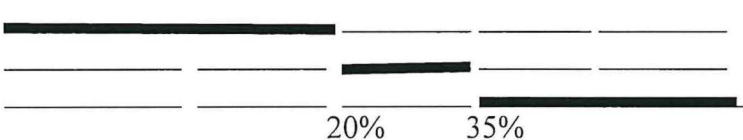
Value	Chargement
100	2,5
0	4
-100	4

- Mode d'exploitation 0,4
 - Pâturage (2), parcours (1) 100
 - Fauche en vert (3), foin (5), mixte (6) 0
 - Fauche ensilage (4), -100

- Végétation (DOM) 0,6
 - Kikuyu (6) 100
 - Espèces tempérées (2, 3, 4, 5) 0
 - Chloris et espèces tropicales (1, 7, 8) -100

- Production lait 0,4
 

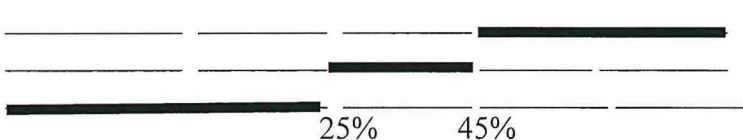
Value	Production lait
100	5 000
0	6 000
-100	6 000

- Rentabilité brute d'exploitation (RBE2) 0,2
 

Value	RBE2
100	20%
0	35%
-100	35%

- Marge brute par vache (MBV3) 0,3
 

Value	MBV3
100	8000
0	12 000
-100	12 000

- Taux d'endettement (RED1) 0,4
 

Value	RED1
100	45%
0	25%
-100	25%

ANNEXE C

Quelques hypothèses pour le développement du modèle régional

Annexe C

Quelques hypothèses pour le développement du modèle régional

Le présent travail s'inscrit dans une perspective d'analyse des comportements des producteurs laitiers face à d'éventuelles réformes des politiques de soutien ou d'aide au secteur et leurs effets sur l'emploi, l'équilibre territorial et l'environnement. Les effets sur l'environnement, et plus généralement le territoire, vont dépendre de l'articulation, des complémentarités ou de la concurrence, entre les productions et producteurs sur un espace donné. Un tel objectif ne peut être résolu ni par des modèles d'équilibre général qui donnent des indicateurs au niveau des différents secteurs et de la croissance de l'activité, ni par des modèles individuels qui déterminent l'allocation optimale des ressources au niveau individuel sans indiquer les conséquences au niveau agrégé.

La modélisation intermédiaire d'équilibre partiel régional offre la possibilité de passer d'une échelle individuelle à une échelle agrégée régionale, et nous permet d'avoir une représentation relativement fine : 1) de la structure des exploitations, des comportements et des stratégies des acteurs, et 2) des relations entre unités de production au niveau régional, mais aussi d'anticiper et d'évaluer l'impact des éventuels changements extérieurs aussi bien au niveau individuel que régional.

Le niveau régional implique la définition des formes des marchés dans lesquelles les acteurs (producteurs, consommateurs) opèrent et interfèrent mais aussi la diversité des comportements des producteurs ou consommateurs ainsi que les « objectifs sociaux partiels ». En effet, l'insigne avantage des modèles sectoriels est de pouvoir approcher voire mesurer les effets économiques et sociaux d'un changement du système d'aide ou les effets induits de politiques de subvention au niveau régional.

La base et la difficulté des modèles régionaux sont la prise en compte des fonctions d'offre et de demande aux différentes échelles spatiales de réalisation, dont la confrontation permettra d'approcher le prix réel auquel sont confrontés les agents. De plus, « un modèle sectoriel complet nécessite la définition des variables et paramètres définissant les coûts d'opportunité des facteurs dans les autres secteurs pour permettre la détermination correcte des prix » (Hazell, 1972). En effet, en agriculture, il est fréquent qu'un membre du ménage agricole travaille à l'extérieur, et donc le coût d'opportunité du travail n'est pas uniquement fonction du prix de rémunération du travail par l'agriculture, mais aussi des opportunités de travail à l'extérieur et des salaires. Ainsi la fonction de demande ou d'offre de travail dans l'exploitation a des liens étroits avec celle du ménage qui dépasse le secteur agricole. Il existe aussi différentes formes de marché pour un même bien : la paille de canne peut être vendue soit par la coopérative à un prix fixe, soit suite à un processus d'entente entre canniers et éleveurs, sachant que les éleveurs laitiers se retrouvent en compétition avec les autres éleveurs. Toutes ces interdépendances rendent difficile la délimitation des secteurs et du moins nécessitent la prise en compte des élasticités croisées de l'offre et demande intersectoriel et interrégionale.

De plus, le modèle régional pose la question des écarts entre intérêts individuels et intérêt collectif (P.Hazell *et al.*, 1985). Si pour les décideurs, l'optimum vise à maximiser une utilité régionale : maximisation de l'offre laitière et du revenu des éleveurs au niveau régional,

l'éleveur vise à augmenter son bien-être ou son utilité. Autrement dit pour les décideurs, il s'agit de savoir comment allouer les fonds d'aide pour satisfaire un ensemble d'objectifs (diminution des subventions, accroître le bien-être et la production, etc.) compte tenu des incertitudes sur la réponse des producteurs (problème d'allocation des ressources publiques compte tenu des objectifs sociaux et restriction budgétaire). Pour les producteurs, ce sera comment allouer de façon optimale mes facteurs pour accroître mon revenu, mes loisirs, etc. (Alary, V., 2002).

Plusieurs modèles sectoriels ou régionaux ont été développés que ce soit des modèles économétriques ou des modèles de programmation mathématique. Le type de modèle agrégé retenu dans le présent travail est celui développé par Buckwell et Hazell en 1972 (Buckwell & Hazell, 1972). Il est fondé sur la combinaison de plusieurs modèles individuels, d'exploitations types, dans un cadre unique agrégé où les liaisons représentant les transferts entre les exploitants sont définies de manière explicite. Dans chacune des exploitations types, nous caractérisons le comportement micro-économique du producteur et ceci en supposant que ce dernier cherche à maximiser son utilité espérée, tout en satisfaisant une série de contraintes concernant la terre, la main d'œuvre, la consommation et les liquidités. Dans les modèles de ce type, appelés aussi modèles d'exploitation, les prix (inputs et outputs) sont souvent laissés exogènes. Dans ce cas, ni l'incidence du comportement des producteurs sur les prix, ni l'effet en retour des prix sur les décisions de production et de consommation des ménages agricoles ne sont pris en compte. Afin de remédier à cette objection et de prendre en compte aussi bien l'effet prix que les échanges entre exploitations agricoles, les économistes construisent généralement un modèle de marché dans lequel se confronte l'offre obtenue par le modèle d'offre (l'agrégation des modèles d'exploitations représentatives) et la demande.

Pour le secteur laitier réunionnais, les prix sont généralement administrés. Leurs fixations se prennent non pas au niveau du marché local mais bien souvent au niveau européen ou national. Leurs répercussions directes sur l'emploi, les salaires, les investissements sont, néanmoins, régionales. Cette spécificité régionale nous a amené à s'arrêter à la construction d'un modèle d'offre qui sera le résultat d'une agrégation des modèles individuels d'exploitations et dans lequel les prix seront toujours exogènes. Le grand intérêt de ce modèle d'offre serait, d'une part, de représenter les échanges et l'allocation des ressources entre les exploitations et d'autre part, d'anticiper l'impact sur la production laitière de changements sur les marchés et/ou de mesures de politiques agricoles.

Pour calibrer les paramètres du modèle agrégé et garder le même niveau de précision qu'avec les modèles d'exploitation, nous appliquons la méthode de programmation mathématique positive (PMP). Cette méthode stipule que si les résultats du modèle ne correspondent pas à la réalité, c'est qu'il existe des coûts non linéaires qui n'ont pas été pris en compte, aussi bien que des facteurs de production hétérogènes provoquant des rendements décroissants. Il est possible de détecter et de corriger ce manque de spécification en employant d'une manière très astucieuse la théorie de la dualité (Howitt, 1995a).

La fonction objectif de ce modèle agrégé serait la somme pondérée des fonctions objectifs individuelles tout en garantissant le respect des normes en vigueur pour l'analyse de ces derniers, c'est-à-dire en gardant les contraintes individuelles et en incorporant les contraintes régionales. L'optimisation de cette fonction objectif se fait sur un horizon de planification multipériodique supérieur à un an et ceci en tenant compte de l'information disponible sur le futur et des liens techniques et financiers « obligatoires » qui existent entre les périodes. En effet, les éleveurs de gros ruminants ne peuvent élaborer leur plan de renouvellement du

cheptel sans considérer le devenir de leur exploitation à moyen ou long terme. Or, le renouvellement implique des frais de logement, gardiennage, alimentation d'animaux qui ne seront productifs que dans deux ou trois ans. La prise en compte de la rentabilité de ces investissements nécessite le recours à une programmation dynamique.

Dans cette optimisation l'année civile sera considérée comme une unité de raisonnement pour toutes les données comptables et technico-économiques ainsi que pour le mode de gestion annuel des aides et des primes, par contre pour les données relatives à l'alimentation des animaux, la gestion des prairies, la définition des catégories d'animaux et la trésorerie l'unité de raisonnement sera la saison. Deux saisons (périodes) sont ainsi prises en compte dans le modèle à savoir l'été (décembre-mai) et l'hiver (juin-novembre) car elles représentent les saisons climatiques de La Réunion pour lesquelles le mode de gestion technico-économique des systèmes de production change considérablement.

Ce type de modèle présente, néanmoins, certaines limites : 1) l'agrégation à partir d'exploitations représentatives jusqu'au niveau régional ou sectoriel, cause inévitablement des erreurs même si on pondère par le poids de chaque groupe (Hazell et Norton 1986) ; 2) l'harmonisation de la gamme et du choix d'activités alternatives dans le modèle avec celles observées dans la réalité peut poser des problèmes (les activités disponibles peuvent être limitées de façon non réaliste car seule une sous-série d'activités potentielles est réellement exercée par les agriculteurs au cours de l'année de base dont les données sont utilisées pour étalonner le modèle). En outre, le fait que le nombre d'activités ne doive pas dépasser le nombre de contraintes obligatoires peut imposer la nécessité de, soit réduire le nombre d'activités disponibles dans la matrice technologique, ce qui est incompatible avec les données de l'année de base, soit inclure des contraintes supplémentaires qui sont fausses (Taylor et Howitt, 1993).

Bien qu'il soit contraint par l'ensemble de ces limites et par le fait qu'il soit basé sur des matrices de grande taille, il nous semble le plus approprié pour notre travail et ceci en raison des spécificités suivantes : le respect des objectifs et des contraintes partiels individuels, la prise en compte du risque climatique et de l'incertitude des marchés aussi bien au niveau individuel que global, la commodité de la quantification des effets et des conséquences internes d'une telle intervention politique individuellement et collectivement, etc.

ANNEXE D

Paramètres du Modèle

VALEURS ALIMENTAIRES DES CONCENTRES (TM BRUTE)

	UFL	PDIN	PDIE	CA	Pho	CB	PRIX
B80	1,05	85	100	7	4	50	1,44
B45	0,95	125	115	8	4,5	150	1,49
pulpe	0,9	56	94	11,6	0,9	175	1,4
pulco	0,88	77	97	10,4	1,4	315	1,39
maïsb	1,09	67	101	0,2	2,7	25	1,92
melasse	0,67	24	50	5,5	0,4	0	0,7
physio	0	0	0	210	50	0	3,5
tsoja	0,99	312	215	2	6	70	2,16
pulcsp	0,92	93	92	8	2,5	270	1,39

F/kg

VARIATION DES VALEURS ALIMENTAIRES SELON LE NOMBRE DE COUPE

PRAIRIE	NOMBRE DE COUPE				
	cp1	cp2	cp3	cp4	cp5
ptemp	0,5	0,95	1,1	1,15	1,2
pnki	0,5	0,95	1,1	1,15	1,2
pleggra	0,5	0,95	1,1	1,15	1,2
pchloris	0,5	0,95	1,1	1,15	1,2
canf	0,5	0,95	1,1	1,15	1,2
pmixte	0,5	0,95	1,1	1,15	1,2
brome	0,5	0,95	1,1	1,15	1,2
pnature	0,5	0,95	1,1	1,15	1,2
maïsf	1				
canne	1				

EFFECTIF INITIAL D'ANIMAUX PAR EXPLOITATION TYPE

Unité : tête

	VACHE	G<6mois	6<G<12	12<G<18	18<G<24	G. gestante vel							
	VL	gen1	gen2	gen3	gen4	gen5	vel	tau1	tau2	Tau3	Tau4	Tau5	Reprod
Ex1	23	4	3	1	2	3	2						
Ex2	55	3	2	2	2								
Ex3	48	4	2	3			0	0	3	0			
Ex4	18			1	1	1	1						
Ex5	13	2		2	3	5							
Ex6	26	0	0	0	1								

BESOIN D'ENTRETIEN DES ANIMAUX

	UFL	PDIN	PDIE	CA	PHO
VL	7	400	400	34	25
gen1	3,2	323	323	18	11
gen2	4,4	352	352	22	18
gen3	4,4	352	352	22	18
gen4	5,7	432	432	33	26
gen5	6,2	457	457	36	28
vel	1,6	150	150	15	9
reprod	6	394	394	40	30
tau1	4	394	394	24	17
tau2	4	394	394	24	17
tau3	4	394	394	24	17
tau4	4	394	394	24	17
tau5	4	394	394	24	17
veau	1,6	150	150	15	9

BESOIN NUTRITIF JOURNALIER DES VACHES POUR PRODUIRE DU LAIT

	UFL	PDIN	PDIE	CA	PHO	RDTL
VL40	5,7	650	650	15	8	11
VL45	7,4	725	725	22	12	12,5
VL50	7,9	775	775	26	16	13,5
VL55	8,5	850	850	33	20	15
VL60	9,1	925	925	40	25	16,5
VL65	9,7	1000	1000	47	29	18

LES FRAIS DES ANIMAUX

Unité : francs/UGB

			CHAOPE	CHASTR
Ex1	joseph	P1	460	667
Ex2	cafre	P1	198	729
Ex3	palm	P1	763	1310
Ex4	cafre	P1	665	573
Ex5	joseph	P1	339	388
Ex6	ouest	P1	290	219
Ex1	joseph	P2	460	667
Ex2	cafre	P2	198	729
Ex3	palm	P2	763	1310
Ex4	cafre	P2	665	573
Ex5	joseph	P2	339	388
Ex6	ouest	P2	290	219

* CHAOPE : charges opérationnelles : soins veto, reprod, frais d'eleva, def animaux

* CHASTR : charges de structure : assurance, cotisation, autres frais

LES DONNEES FINANCIÈRES DES EXPLOITATIONS

EXPLOITAT°	ZONE	Unité : francs					
		CHAFIX	DOAMO	AMOSUB	TRESO	DLTR	CRCT
Ex1	Joseph	27980	46270	17195	165758	126940	0
Ex2	Cafre	92581	66262	11290	18490	538859	0
Ex3	Palm	23942	93512	29199	62607	1198723	0
Ex4	Cafre	22976	53384	37331	39251	136995	0
Ex5	Joseph	24101	6791	19619	105023	283886	0
Ex6	Ouest	23695	28310	14978	0	461137	2197

CHAFIX : charges fixes

DOAMO : dotations aux amortissements

AMOSUB : amortissement des subventions

TRESO : trésorerie initiale

DLTR : dette à long terme restante au début de l'horizon de planification

CRCT : crédit à court terme

DETTES ET CRÉANCE DE CHAQUE EXPLOITATION TYPE

ZONE	EXPLOITAT°	PÉRIODE	ANNÉE			
				DCTi	CREANi	PDLi
Joseph	Ex1	P1	An1	19360	58804	19500
Cafre	Ex2	P1	An1	91114	184208	97500
Palm	Ex3	P1	An1	84908	106594	147803
Cafre	Ex4	P1	An1	128591	61877	60950
Joseph	Ex5	P1	An1	6566	34596	126750
Ouest	Ex6	P1	An1	87235	38272	9750

DCTi : dette à court terme (hors crédit)

CREANi : créance initiale

PDLi : montant du PDL initial reçu

PRÉLÈVEMENT PRIVE PAR PÉRIODE

EXPLOITAT°	ZONE	PÉRIODE	2000	2001	2002	2003	2004
			An1	An2	An3	An4	An5
Ex1	Joseph	P1	47195	47195	47195	47195	47195
Ex2	Cafre	P1	120000	120000	120000	120000	120000
Ex3	Palm	P1	60195	30000	30000	30000	30000
Ex4	Cafre	P1	61995	61995	61995	61995	61995
Ex5	Joseph	P1	73190	73190	73190	73190	73190
Ex6	Ouest	P1	52460	52460	52460	52460	52460
Ex1	Joseph	P2	47195	47195	47195	47195	47195
Ex2	Cafre	P2	120000	120000	120000	120000	120000
Ex3	Palm	P2	60195	30000	30000	30000	30000
Ex4	Cafre	P2	61995	61995	61995	61995	61995
Ex5	Joseph	P2	73190	73190	73190	73190	73190
Ex6	Ouest	P2	52460	52460	52460	52460	52460

BESOIN DES PRAIRIES EN FERTILISATION AU DÉBUT DE CHAQUE
PÉRIODE (NORMES RÉGIONALES)

BESOIN DES PRAIRIES EN FERTILISATION APRÈS CHAQUE COUPE-
PÂTURE (NORMES RÉGIONALES)

Unité : tonne/ha

Unité : tonne/ha

PRAIRIE	PÉRIODE	TECHNIQUE	TYPE DE FERTILISANT						PRAIRIE	PÉRIODE	TECHNIQUE	TYPE DE FERTILISANT			
			A102020	A162912	A301010	A151224	A14736	chaux				A162912	A301010	A151224	A14736
pmixte	P1	T1	1					1	pmixte	P1	T1	0,4			
ptemp	P1	T1	1					1	ptemp	P1	T1	0,4			
pchloris	P1	T1	1					1	brome	P1	T1	0,4			
brome	P1	T1	1					1	pleggra	P1	T1	0,4			
pmixte	P1	T2		0,4				0,5	pnki	P1	T1	0,4			
ptemp	P1	T2		0,4				0,5	pmixte	P1	T2	0,4			
brome	P1	T2		0,4				0,5	ptemp	P1	T2	0,4			
pleggra	P1	T2		0,4				0,5	brome	P1	T2	0,4			
pnki	P1	T2		0,4				0,5	pleggra	P1	T2	0,4			
pnature	P1	T2		0,2				0,25	pnki	P1	T2	0,4			
pchloris	P1	T2		0,35				0,5	pnature	P1	T1	0,2			
pmixte	P2	T2			0,25				pnature	P1	T2	0,2			
ptemp	P2	T2			0,25				pchloris	P1	T1	0,35			
brome	P2	T2			0,25				pchloris	P1	T2	0,35			
pleggra	P2	T2			0,25				maisf	P1	T1			0,3	
pnki	P2	T2			0,25				canf	P1	T1			0,3	
pnature	P2	T2			0,15				canf	P1	T2			0,3	
pchloris	P2	T2			0,2				pmixte	P2	T2		0,25		
canf	P1	T1				0,8		1	ptemp	P2	T2		0,25		
canf	P1	T2				0,3		0,5	brome	P2	T2		0,25		
canf	P2	T2					0,4		pleggra	P2	T2		0,25		
maisf	P1	T1	0,5						pnki	P2	T2		0,25		
maisf	P2	T1	0,5						pnature	P2	T2		0,15		
									pchloris	P2	T2		0,2		
									maisf	P2	T2				0,4
									canf	P2	T2				0,4

BESOIN DE LA CANNE EN FERTILISATION PAR PÉRIODE (NORMES)

PRAIRIE	PÉRIODE	TECH	FERTILISANT	
			A151224	Chaux
Canne	T1	P1	1	1
Canne	T2	P1	0,8	0,4

BESOIN DES PRAIRIES EN SEMENCE

		T1
ptemp	P1	40
pmixte	P1	40
pchloris	P1	20
brome	P1	60
maisf	P1	40
maisf	P2	40

COEFFICIENT DE CORRECTION DES BESOINS PAR RÉGION

	Joseph	palm	cafre	ouest
pchloris	0,6	1	0,7	0,2
brome	0,6	1	0,7	0,2
pmixte	0,6	1	0,7	0,2
ptemp	0,6	1	0,7	0,2
canf	0,6	1	0,7	0,2
pleggra	0,6	1	0,7	0,2
pnki	0,6	1	0,7	0,2
pnature	0,6	1	0,7	0,2
canne	0,6	1	0,7	0,2
maisf	0,7	1	0,7	0,2

;

RENDEMENTS MOYENS DES PRAIRIES ET DES CULTURES (tMS/ha)

Prairie	Nbre de coupe	Mode d'affouragement	Technique	Période	
				P1	P2
pmixte	cp3	pat	T2	11,65	6,50
pmixte	cp2	pat	T2	10,39	5,92
pmixte	cp1	pat	T2	9,50	4,36
pmixte	cp3	vert	T2	11,65	6,50
pmixte	cp2	vert	T2	10,39	5,92
pmixte	cp1	vert	T2	9,50	4,36
pmixte	cp1	ensilh	T2	11,00	5,24
pmixte	cp2	ensilh	T2	11,00	5,24
pmixte	cp3	ensilh	T2	11,00	5,24
ptemp	cp3	pat	T2	12,60	6,50
ptemp	cp2	pat	T2	11,94	5,82
ptemp	cp1	pat	T2	11,05	3,86
ptemp	cp3	vert	T2	12,60	6,50
ptemp	cp2	vert	T2	11,94	5,82
ptemp	cp1	vert	T2	11,05	3,86
ptemp	cp1	ensilh	T2	11,50	5,24
ptemp	cp2	ensilh	T2	11,50	5,24
ptemp	cp3	ensilh	T2	11,50	5,24
brome	cp3	vert	T2	12,60	6,50
brome	cp2	vert	T2	11,94	5,42
brome	cp1	vert	T2	11,05	3,86
brome	cp1	ensilh	T2	11,50	5,24
brome	cp2	ensilh	T2	11,50	5,24
brome	cp3	ensilh	T2	11,50	5,24
pchloris	cp5	vert	T2	12,10	7,75
pchloris	cp4	vert	T2	11,50	7,50
pchloris	cp3	vert	T2	10,50	7,25
pchloris	cp2	vert	T2	10,00	7,00
pchloris	cp1	vert	T2	7,00	6,10
pchloris	cp1	foin	T2	8,25	7,00
pchloris	cp2	foin	T2	12,00	7,50
pchloris	cp3	foin	T2	13,00	8,25
pchloris	cp4	foin	T2	14,75	9,25
pchloris	cp5	foin	T2	15,75	10,25
pchloris	cp5	ensilh	T2	13,25	6,25
pchloris	cp4	ensilh	T2	12,75	5,50
pchloris	cp3	ensilh	T2	12,75	5,25
pchloris	cp2	ensilh	T2	12,00	5,10
pchloris	cp1	ensilh	T2	8,00	4,90
canf	cp1	vert	T2	24,30	16,20
canf	cp2	vert	T2	24,30	16,20
canf	cp3	vert	T2	24,30	16,20
canne	cp1	vert	T2		60,00

canne	cp1	entiere	T2		25,00
maisf	cp1	vert	T1	12,00	8,00
maisf	cp1	ensilm	T1	10,00	9,24
pnki	cp3	pat	T2	9,00	5,50
pnki	cp2	pat	T2	8,84	5,42
pnki	cp1	pat	T2	7,95	4,86
pnki	cp3	vert	T2	9,00	5,50
pnki	cp2	vert	T2	8,84	5,42
pnki	cp1	vert	T2	7,95	4,86
pnki	cp1	ensilh	T2	9,00	6,24
pnki	cp2	ensilh	T2	9,00	6,24
pnki	cp3	ensilh	T2	9,00	6,24
pleggra	cp3	pat	T2	7,90	5,30
pleggra	cp2	pat	T2	7,50	5,00
pleggra	cp1	pat	T2	7,30	4,90
pleggra	cp3	vert	T2	7,90	5,30
pleggra	cp2	vert	T2	7,50	5,00
pleggra	cp1	vert	T2	7,30	4,90
pnature	cp3	pat	T2	5,91	5,76
pnature	cp2	pat	T2	5,91	5,76
pnature	cp1	pat	T2	5,91	5,76
pmixte	cp3	pat	T1	13,98	7,80
pmixte	cp2	pat	T1	12,47	7,10
pmixte	cp1	pat	T1	11,40	5,23
pmixte	cp3	vert	T1	13,98	7,80
pmixte	cp2	vert	T1	12,47	7,10
pmixte	cp1	vert	T1	11,40	5,23
pmixte	cp1	ensilh	T1	13,20	6,29
pmixte	cp2	ensilh	T1	13,20	6,29
pmixte	cp3	ensilh	T1	13,20	6,29
ptemp	cp3	pat	T1	15,12	7,80
ptemp	cp2	pat	T1	14,32	6,98
ptemp	cp1	pat	T1	13,26	4,63
ptemp	cp3	vert	T1	15,12	7,80
ptemp	cp2	vert	T1	14,32	6,98
ptemp	cp1	vert	T1	13,26	4,63
ptemp	cp1	ensilh	T1	13,20	6,29
ptemp	cp2	ensilh	T1	13,20	6,29
ptemp	cp3	ensilh	T1	13,20	6,29
brome	cp3	vert	T1	15,12	7,80
brome	cp2	vert	T1	14,32	6,50
brome	cp1	vert	T1	13,26	4,63
brome	cp1	ensilh	T1	13,20	6,29
brome	cp2	ensilh	T1	13,20	6,29
brome	cp3	ensilh	T1	13,20	6,29
pchloris	cp5	vert	T1	14,52	9,30
pchloris	cp4	vert	T1	13,80	9,00

pchloris	cp3	vert	T1	12,60	8,70
pchloris	cp2	vert	T1	12,00	8,40
pchloris	cp1	vert	T1	8,40	7,32
pchloris	cp1	foin	T1	9,90	8,40
pchloris	cp2	foin	T1	14,40	9,00
pchloris	cp3	foin	T1	15,60	9,90
pchloris	cp4	foin	T1	17,70	11,10
pchloris	cp5	foin	T1	18,90	12,30
pchloris	cp5	ensilh	T1	15,90	7,50
pchloris	cp4	ensilh	T1	15,30	6,60
pchloris	cp3	ensilh	T1	15,30	6,30
pchloris	cp2	ensilh	T1	14,40	6,12
pchloris	cp1	ensilh	T1	9,60	5,88
canf	cp1	vert	T1	29,16	19,44
canf	cp2	vert	T1	29,16	19,44
canf	cp3	vert	T1	29,16	19,44
canne	cp1	vert	T1		80,00
canne	cp1	entiere	T1		30,00

COEFFICIENT DE CORRECTION DES RENDEMENTS

		cafre	palm	ouest	joseph
ptemp	vert	0,3	0,7	0,8	0,8
ptemp	pat	0,3	0,2	0,8	0,8
ptemp	ensilh	0,3	0,73	0,8	0,8
pnature	vert	0,4	0,8	1	0,7
pnature	pat	0,4	0,8	1	0,7
pnki	vert	0,5	0,6	0,3	0,8
pnki	pat	0,5	0,6	0,3	0,8
pnki	ensilh	0,5	0,6	0,3	0,8
pchloris	vert	0,4	0	0,8	0,9
pchloris	ensilh	0,4	0	0,8	0,9
pchloris	foin	0,4	0	0,8	0,9
brome	vert	0,4	0,6	0,8	0,6
brome	ensilh	0,4	0,62	0,8	0,6
canf	vert	0,3	0	0,5	0,6
canne	vert	0,3	0	0,8	0,8
canne	entiere	0,3	0	0,8	0,8
maisf	vert	0,8	0,8	1	1
maisf	ensilm	0,8	0,8	1	1
pmixte	vert	0,6	0,6	0,3	0,8
pmixte	pat	0,6	0,2	0,3	0,8
pmixte	ensilh	0,6	0,62	0,3	0,8

COÛTS ET SUBVENTIONS A L'AMÉLIORATION DES PRAIRIES

PRAIRIE	PÉRIODE	TECHNIQUE	COÛTS	SUBVENTS
			COAMEP	SUAMEP
pmixte	P1	T1	9953	7900
ptemp	P1	T1	9953	7900
pchloris	P1	T1	9953	7900
pnki	P1	T1	9953	7900
canf	P1	T1	9953	7900
brome	P1	T1	9953	7900
pleggra	P1	T1	9953	7900

* **COAMEP** : les coûts d'amélioration des prairies : sont inclus les coûts de l'épierrage manuel, de destruction chimique de végétation, de clôture pérenne et d'analyses de sol et des plantes

* **SUAMEP** : subventions à l'amélioration des prairies

COÛTS ET SUBVENTIONS A LA CRÉATION DES PRAIRIES

PRAIRIE	COÛTS	SUBVENTS
	COCREP	SUCREP
FAUCH	6617	8997
PATURE	5525	8097

* **COCREP** : les coûts de création des prairies : attention ils sont inclus uniquement les coûts de défrichement et de travail du sol

* **SUCREP** : subventions à la création des prairies

COÛTS ET SUBVENTIONS AU RENOUVELLEMENT DE LA CANNE A SUCRE

PRAIRIE	PÉRIODE	TECHNIQUE	COÛTS	SUBVENTS
			CORENC	SURENC
canne	P1	T1	2415	9500

* **CORENC** : les coûts de renouvellements de la canne à sucre (attention ces coûts sont hors mécanisation et main d'œuvre)

* **SURENC** : subventions au renouvellement de la canne à sucre

CHARGES DE MATÉRIEL (ACHAT, LOCATION, ENTRETIEN...)

	PRAC	PRLO	CAMO	CENT
TSOL	19180	80	34	3
MFERT	48880	50	36	7
FAUCHA	21140	80	48	23
FANAG	15890	150	90	9
ENSILA	107240	160	110	15
TRANSP	60060	142	135	6
RACLE	5000	10	1,5	0,5
TRAC	147420	122	32	28

PRAC: prix d'achat de matériel (avec subvention: 30%)

PRLO: prix horaire de location de matériel (avec subvention: 30%)

CAMO: coût horaire moyen d'amortissement de matériel (avec subvention : 30%)

CENT: coût horaire moyen d'entretien, réparation et carburant (avec subvention : 30%)

DURÉE D'UTILISATION MOYENNE RÉELLE DE MATÉRIEL

	P1	P2
TRAC	385	333
TSOL	30	10
MFERT	185	138
FAUCHA	23	18
FANAG	12	7
ENSILA	42	22
TRANSP	37	37
RACLE	140	140

COEFFICIENT DE CORRECTION DES COÛTS D'ENTRETIEN...

	COAMO	COENT
Ex1	0,7	0,2
Ex2	0,5	0,5
EX3	0,8	0,3
EX4	0,5	0,8
EX5	0,6	0,6
Ex6	0,9	0,9

COAMO : coefficient de correction du coût d'amortissement par groupe

COENT : coefficient de correction des coûts d'entre... par groupe

DISPONIBILITÉ INITIALE EN MATÉRIEL PAR EXPLOITATION TYPE

	TSOL	MFERT	FAUCHA	FANAG	ENSILA	TRANSP	RACLE	TRAC
Ex1	1	0,5			1,88		1	2
Ex2		1	1			1	1	1
EX3						1	1	1
EX4		0,25		0,5				
EX5			1		0,71		1	1

Ex6 : pas de matériel disponible

*TSOL : Pulvériseur a disque,

*MFERT : Distributeur d'engrais, Épandeur de lisier

BESOIN DES PRAIRIES EN MAIN D'ŒUVRE (COUPE UNIQUEMENT)

Unité : heure

PRAIRIES	MODE D'AGF	PÉRIODE	
		P1	P2
maisf	vert	13,5	13,5
maisf	ensilm	13,5	13,5
canf	vert	75	75
canne	vert		135
canne	entiere		75

** L'entretien et la fauche des prairies sont généralement mécanique*

** La plantation et la coupe de la canne dans la plupart des exploitations d'élevage sont manuelles par contre le chargement et le transport sont mécaniques*

BESOIN DES PRAIRIES EN MAIN D'ŒUVRE AU DÉBUT DE L'ANNÉE

PRAIRIES	PÉRIODE	TECHNIQUE	
		T1	T2
canne	P1	360	216
canf	P1	80	

BESOIN DES PRAIRIES EN MÉCANISATION AU DÉBUT DE PÉRIODE

PRAIRIE	PÉRIODE	MATÉRIEL	TECHNIQUE	
			T1	T2
ptemp	P1	TSOL	6	
pchloris	P1	TSOL	6	
pleggra	P1	TSOL		
pnature	P1	TSOL		
pnki	P1	TSOL		
pmixte	P1	TSOL	6	
brome	P1	TSOL	6	
maïsf	P1	TSOL	6	
maïsf	P2	TSOL	6	
canne	P1	TSOL	34	
canf	P1	TSOL	6	
ptemp	P1	TRAC	12	6
pchloris	P1	TRAC	12	6
pleggra	P1	TRAC		6
pnature	P1	TRAC		6
pnki	P1	TRAC		6
pmixte	P1	TRAC	12	6
brome	P1	TRAC	12	6
maïsf	P1	TRAC	12	6
maïsf	P2	TRAC	12	6
canne	P1	TRAC	34	0
canf	P1	TRAC	12	6
pchloris	P2	TRAC		4
pleggra	P2	TRAC		4
pnature	P2	TRAC		4
pnki	P2	TRAC		4
pmixte	P2	TRAC		4
brome	P2	TRAC		4
canf	P2	TRAC		4
ptemp	P1	MFERT	6	6
pchloris	P1	MFERT	6	6
pleggra	P1	MFERT		6
pnature	P1	MFERT		6
pnki	P1	MFERT		6
pmixte	P1	MFERT	6	6
brome	P1	MFERT	6	6
maïsf	P1	MFERT	6	6
maïsf	P2	MFERT	6	6
canne	P1	MFERT	0	0
canf	P1	MFERT	6	6
ptemp	P2	MFERT		4
pchloris	P2	MFERT		4
pleggra	P2	MFERT		4
pnature	P2	MFERT		4
pnki	P2	MFERT		4
pmixte	P2	MFERT		4
brome	P2	MFERT		4
canf	P2	MFERT		4

BESOIN DES PRAIRIES EN MÉCANISATION APRÈS CHAQUE COUPE-PATÛRE

PRAIRIE	MATÉRIEL	PÉRIODE	
		P1	P2
ptemp	TRAC	2	2
pchloris	TRAC	2	2
pleggra	TRAC	2	2
pnki	TRAC	2	2
pmixte	TRAC	2	2
brome	TRAC	2	2
canf	TRAC	2	2
ptemp	MFERT	2	2
pchloris	MFERT	2	2
pleggra	MFERT	2	2
pnki	MFERT	2	2
pmixte	MFERT	2	2
brome	MFERT	2	2
canf	MFERT	2	2

COEFFICIENT DE CORRECTION DES BESOINS PAR RÉGION

		Joseph	palm	cafre	ouest
ptemp	T2	1	1	1	0,4
pchloris	T2	1	1	1	0,4
pleggra	T2	1	1	1	0,4
pnature	T2	1	1	1	0,4
pnki	T2	1	1	1	0,4
pmixte	T2	1	1	1	0,4
brome	T2	1	1	1	0,4
canne	T2	1	1	1	0,4
canf	T2	1	1	1	0,4
maisf	T2	1	1	1	0,4
ptemp	T1	1	1	1	1
pchloris	T1	1	1	1	1
pmixte	T1	1	1	1	1
brome	T1	1	1	1	1
canne	T1	1	1	1	1
canf	T1	1	1	1	1
maisf	T1	1	1	1	1

BESOIN DES PRAIRIES EN MÉCANISATION PAR MODE DE RECOLTE

		FAUCHA	FANAG	ENSILA	TRANSP	TRAC
ptemp	vert	0,25			0,7	0,95
pnki	vert	0,25			0,7	0,95
pmixte	vert	0,25			0,7	0,95
pchloris	vert	0,25			0,7	0,95
brome	vert	0,25			0,7	0,95
pleggra	vert	0,25			0,7	0,95
ptemp	ensilh	0,15	0,2	0,6	0,5	1,45
pnki	ensilh	0,15	0,2	0,6	0,5	1,45
pmixte	ensilh	0,15	0,2	0,6	0,5	1,45
pchloris	ensilh	0,15	0,2	0,6	0,5	1,45
brome	ensilh	0,15	0,2	0,6	0,5	1,45
pleggra	ensilh	0,15	0,2	0,6	0,5	1,45
pchloris	foin	0,15	0,7		0,5	1,35
maïsf	vert	0,15			0,5	0,65
maïsf	ensilm			0,8	0,5	1,3
canf	vert				1	1
canne	vert				1	1
canne	entiere				1	1

COEFFICIENT DE CORRECTION DES BESOINS (PAR MODE DE RECOLTE) PAR RÉGION

	Joseph	palm	cafre	ouest
ptemp	1,12	0,8	1	1,12
pchloris	1,12	0,8	1	1,12
pleggra	1,12	0,8	1	1,12
pnki	1,12	0,8	1	1,12
pmixte	1,12	0,8	1	1,12
brome	1,12	0,8	1	1,12
canf	1,12	0,8	1	1,12
canne	1,12	0,8	1	1,12
maïsf	1,12	0,8	1	1,12

PRIX DE VENTE DE FOURRAGES

Unité : francs/tMS

PRAIRIE	PRODUIT	PÉRIODE	
		P1	P2
ptemp	ensilh	1500	1500
pnki	ensilh	1500	1500
pleggra	ensilh	1500	1500
pchloris	ensilh	1250	1250
pchloris	foin	1350	1400
pmixte	ensilh	1500	1500
brome	ensilh	1500	1500
maisf	ensilm	1629	1791
canne	vert	0	396
canne	entiere	0	350
canne	paille	750	750
canne	bagasse	588	588
canne	chou	0	8800

VARIATION DES PRIX DE VENTE DE FOURRAGES (ÉCART TYPE)

Unité : francs/tMS

PRAIRIE	PRODUIT	PÉRIODE	
		P1	P2
ptemp	ensilh	150	250
pnki	ensilh	150	250
pleggra	ensilh	150	250
pchloris	ensilh	150	250
pchloris	foin	100	200
pmixte	ensilh	150	250
brome	ensilh	150	250
maisf	ensilm	150	250
canne	vert	0	0
canne	entiere	0	100
canne	paille	0	0
canne	bagasse	75,5	75,5
canne	chou	75,5	75,5

PRIX MOYEN ET ÉCART TYPE DES FERTILISANTS

Unité : francs/Tonne

	PMOYEN	ECARTP
amoni	2400	0
A162912	2735	0
A301010	2625	0
A14736	2345	0
A151224	2475	0
A102020	2665	0
uree	2600	0
hyperpho	5400	0
superpho	6880	0
chaux	2080	0

PRIX MOYEN DES SEMENCES

Unité : francs/kg

	PSEMENTE
ptemp	29
pchloris	118
pmixte	29
brome	30
maisf	23
canne	370

PRIX D'ACHAT MOYEN DES ANIMAUX SELON LE POTENTIEL

Unité : Francs/tête

	VL40	VL45	VL50	VL55	VL60	VL65
VL	13500	13500	13500	13500	13500	13500
gen1	3100	3100	3100	3100	3100	3100
gen2	4029	4029	4029	4029	4029	4029
gen3	6871	6871	6871	6871	6871	6871
gen4	9529	9529	9529	9529	9529	9529
gen5	13500	13500	13500	13500	13500	13500
vel	2000	2000	2000	2000	2000	2000
reprod	13500	13500	13500	13500	13500	13500
tau1	4500	4500	4500	4500	4500	4500
tau2	5029	5029	5029	5029	5029	5029
tau3	6871	6871	6871	6871	6871	6871
tau4	9529	9529	9529	9529	9529	9529
tau5	13500	13500	13500	13500	13500	13500
veau	1000	1000	1000	1000	1000	1000

* le prix des génisses retenu est de 13500f : c'est le prix moyen des génisses importées (14500f) et locales (12500f)

PRIX DE VENTE ANTICIPE DU PRODUIT LAIT

PRODUIT	ANNÉE	PÉRIODE	
		P1	P2
LAIT	An1	2,63	2,63
LAIT	An2	2,61	2,61
LAIT	An3	2,6	2,6
LAIT	An4	2,585	2,585
LAIT	An5	2,575	2,575

SUBVENTION REÇUE DANS LE CADRE DE L'ARTICLE 10 (EX. AT. 6)

PRODUIT	ANNÉE	PÉRIODE	
		P1	P2
LAIT	An1	0,55	0,55
LAIT	An2	0,55	0,55
LAIT	An3	0,55	0,55
LAIT	An4	0,55	0,55
LAIT	An5	0,55	0,55

NOMBRE D'EXPLOITATION PAR GROUPE

	Cafre	Palm	Joseph	Ouest	
Ex1		10	10	10	10
Ex2		10	10	10	10
Ex3		10	10	10	10
Ex4		10	10	10	10
Ex5		10	10	10	10
Ex6		10	10	10	10

TERRE DISPONIBLE PAR REGION

	Tfrichei	Tlaboui	Tdispi
Cafre	500	5200	5200
Palm	300	320	320
Ouest	100	3050	3050
Joseph	200	750	750

REVENU SEUIL (MINIMUM) DÉFINI PAR CHAQUE EXPLOITANT TYPE

EXPLOITAT	PÉRIODE	
	P1	P2
Ex1	60000	60000
Ex2	120000	120000
Ex3	60000	60000
Ex4	60000	60000
Ex5	70000	70000
Ex6	40000	40000

AUTRES PARAMÈTRES

	COAR	DRDLTi
Ex1	0,2	2,5
Ex2	0,1	6
Ex3	0,46	6,5
Ex4	0,12	7
Ex5	0,27	6
Ex6	0,35	5

COAR : coefficient d'aversion au risque de chaque exploitant type

DRDLTi : durée de remboursement de la dette à long terme initiale

SUBVENTION OBTENUE DANS LE CADRE DE POSÉIDON
(ARTICLE 11 : EX. ARTICLE 9 BIS)

EXPLOITAT°	ZONE	CRITÈRES		
		NQ	COT	COP
Ex1	Joseph	10	1	1,38
Ex2	Cafre	10	0,9	1,54
Ex3	Palm	10	0,9	1,27
Ex4	Cafre	10	1	1,35
Ex5	Joseph	10	1	1,1
Ex6	Ouest	9	1	1,17

NQ :note qualitative

COT : coefficient de taille

COP : coefficient de productivité

SUBVENTION OBTENUE DANS LE CADRE DE PDL

ZONE	EXPLOITAT	CRITÈRES	
		EFPDL	COTR
Joseph	Ex1	28	1
Cafre	Ex2	55	1,5
Palm	Ex3	40	1
Cafre	Ex4	28	1
Joseph	Ex5	28	1
Ouest	Ex6	27	0,9

EFPDL : effectif inscrit dans l'ancien PDL

COTR : coefficient de transparence

DISPONIBILITE EN TERRE DEBUT 2000

	Tdispin	TLFprop	TLDprop	Tfrichein	TLDiloyin	TLDicedin	TLFaloyin	Tlfacedin	Airexe	Impamenag
Ex1	6	5	0	0	0	0	1	0	0,5	0
Ex2	23,5	0	0	0	1,5	0	22	0	1,5	0
Ex3	22,5	7,5	0	9	0	0	6	0	1,5	7
Ex4	2,5	0	0	0	0	0	2,5	0	0,5	0
Ex5	6	0	0	0	0	0	6	0	0,5	0
Ex6	26	4	3	4	15	0	0	0	0,5	0

Tdispin : terre disponible (totale) initiale

TLFprop : terre facilement labourable(mécanisable) initiale (en propriété)

TLDprop :terre difficilement labourable (mécanisable) initiale (en propriété)

Tfrichein : terre en friche initiale

TLDiloyin : terre difficilement labourable louée initiale

TLDicedin : terre difficilement labourable cédée initiale

TLFaloyin : terre facilement labourable louée initiale

Tlfacedin : terre difficilement labourable cédée initiale

Airexe : aire d'exercice

Impamenag : terre en friche impossible d'aménagée

OCCUPATION DU SOL FIN 1999

		Ex1	Ex2	Ex3	Ex4	Ex5	EX6
ptemp	fauch		22	8		1	
ptemp	pature						
pmixte	fauch			2	2,5		
pmixte	pature						4
pnki	fauch			3			
pnki	pature						18
brome	fauch			0,5			
pchloris	fauch	3				2	
pnature	pature		1,5				
canf	fauch	1,5				1,5	
canne	fauch	1,5				1,5	

VALEURS ALIMENTAIRES DES FOURRAGES

PRAIRIE	NBRE DE COUPE	MODE D'AFF	PÉRIODE	VALEURS NUTRITIVES					
				UFL	PDIN	PDIE	Ca	Pho	CB
ptemp	cp1	pat	P1	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp2	pat	P1	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp3	pat	P1	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp1	pat	P2	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp2	pat	P2	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp3	pat	P2	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp1	vert	P1	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp2	vert	P1	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp3	vert	P1	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp1	vert	P2	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp2	vert	P2	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp3	vert	P2	0,78	107	90	3,6	3,2	280
ptemp	cp1	ensilh	P1	0,72	78	62	3,6	4,6	323
ptemp	cp2	ensilh	P1	0,72	78	62	3,6	4,6	323
ptemp	cp3	ensilh	P1	0,72	78	62	3,6	4,6	323
ptemp	cp1	ensilh	P2	0,72	78	62	3,6	4,6	323
ptemp	cp2	ensilh	P2	0,72	78	62	3,6	4,6	323
ptemp	cp3	ensilh	P2	0,72	78	62	3,6	4,6	323
brome	cp1	vert	P1	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp2	vert	P1	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp3	vert	P1	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp1	vert	P2	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp2	vert	P2	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp3	vert	P2	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp1	pat	P1	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp2	pat	P1	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp3	pat	P1	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp1	pat	P2	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp2	pat	P2	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp3	pat	P2	0,72	79	76	3	1,9	338
brome	cp1	ensilh	P1	0,71	89	89	4,8	2,4	325
brome	cp2	ensilh	P1	0,71	89	89	4,8	2,4	325
brome	cp3	ensilh	P1	0,71	89	89	4,8	2,4	325
brome	cp1	ensilh	P2	0,71	89	89	4,8	2,4	325
brome	cp2	ensilh	P2	0,71	89	89	4,8	2,4	325
brome	cp3	ensilh	P2	0,71	89	89	4,8	2,4	325
pmixte	cp1	vert	P1	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp2	vert	P1	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp3	vert	P1	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp1	vert	P2	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp2	vert	P2	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp3	vert	P2	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp1	pat	P1	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp2	pat	P1	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp3	pat	P1	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp1	pat	P2	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp2	pat	P2	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp3	pat	P2	0,69	83	91	3,5	2,6	308
pmixte	cp1	ensilh	P1	0,63	77	60	3,9	3,3	341
pmixte	cp2	ensilh	P1	0,63	77	60	3,9	3,3	341
pmixte	cp3	ensilh	P1	0,63	77	60	3,9	3,3	341
pmixte	cp1	ensilh	P2	0,63	77	60	3,9	3,3	341
pmixte	cp2	ensilh	P2	0,63	77	60	3,9	3,3	341
pmixte	cp3	ensilh	P2	0,63	77	60	3,9	3,3	341
pnki	cp1	vert	P1	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp2	vert	P1	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp3	vert	P1	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp1	vert	P2	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp2	vert	P2	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp3	vert	P2	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp1	pat	P1	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp2	pat	P1	0,67	82	96	3,4	2,7	290

pnki	cp3	pat	P1	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp1	pat	P2	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp2	pat	P2	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp3	pat	P2	0,67	82	96	3,4	2,7	290
pnki	cp1	ensilh	P1	0,59	78	93	3	2,7	319
pnki	cp2	ensilh	P1	0,59	78	93	3	2,7	319
pnki	cp3	ensilh	P1	0,59	78	93	3	2,7	319
pnki	cp1	ensilh	P2	0,59	78	93	3	2,7	319
pnki	cp2	ensilh	P2	0,59	78	93	3	2,7	319
pnki	cp3	ensilh	P2	0,59	78	93	3	2,7	319
pleggra	cp1	vert	P1	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp2	vert	P1	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp3	vert	P1	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp1	vert	P2	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp2	vert	P2	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp3	vert	P2	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp1	pat	P1	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp2	pat	P1	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp3	pat	P1	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp1	pat	P2	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp2	pat	P2	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pleggra	cp3	pat	P2	0,79	130	129	2,6	0,3	350
pnature	cp1	pat	P1	0,4	39	45	1,8	1,2	400
pnature	cp2	pat	P1	0,4	39	45	1,8	1,2	400
pnature	cp3	pat	P1	0,4	39	45	1,8	1,2	400
pnature	cp1	pat	P2	0,4	39	45	1,8	1,2	400
pnature	cp2	pat	P2	0,4	39	45	1,8	1,2	400
pnature	cp3	pat	P2	0,4	39	45	1,8	1,2	400
pchloris	cp1	vert	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp2	vert	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp3	vert	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp4	vert	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp5	vert	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp1	vert	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp2	vert	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp3	vert	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp4	vert	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp5	vert	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp1	pat	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp2	pat	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp3	pat	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp4	pat	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp5	pat	P1	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp1	pat	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp2	pat	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp3	pat	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp4	pat	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp5	pat	P2	0,57	71	83	3,6	1,9	373
pchloris	cp1	ensilh	P1	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp2	ensilh	P1	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp3	ensilh	P1	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp4	ensilh	P1	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp5	ensilh	P1	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp1	ensilh	P2	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp2	ensilh	P2	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp3	ensilh	P2	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp4	ensilh	P2	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp5	ensilh	P2	0,64	58	50	3,5	2	351
pchloris	cp1	foin	P1	0,57	54	68	3,1	2,8	366
pchloris	cp2	foin	P1	0,57	54	68	3,1	2,8	366
pchloris	cp3	foin	P1	0,57	54	68	3,1	2,8	366
pchloris	cp4	foin	P1	0,57	54	68	3,1	2,8	366
pchloris	cp5	foin	P1	0,57	54	68	3,1	2,8	366
pchloris	cp1	foin	P2	0,57	54	68	3,1	2,8	366
pchloris	cp2	foin	P2	0,57	54	68	3,1	2,8	366
pchloris	cp3	foin	P2	0,57	54	68	3,1	2,8	366
pchloris	cp4	foin	P2	0,57	54	68	3,1	2,8	366

pchloris	cp5	foin	P2	0,57	54	68	3,1	2,8	366
canf	cp1	vert	P1	0,58	52	69	1,7	2,1	382
canf	cp2	vert	P1	0,58	52	69	1,7	2,1	382
canf	cp3	vert	P1	0,58	52	69	1,7	2,1	382
canf	cp1	vert	P2	0,58	52	69	1,7	2,1	382
canf	cp2	vert	P2	0,58	52	69	1,7	2,1	382
canf	cp3	vert	P2	0,58	52	69	1,7	2,1	382
canne	cp1	entiere	P1	0,7	36	67	1,8	0,9	250
canne	cp1	entiere	P2	0,7	36	67	1,8	0,9	250
canne	cp1	chou	P1	0,54	25	56	2,5	1,1	350
canne	cp1	chou	P2	0,54	25	56	2,5	1,1	350
canne	cp1	bagasse	P1	0,35	12	36	0,9	0,3	470
canne	cp1	bagasse	P2	0,35	12	36	0,9	0,3	470
canne	cp1	paille	P1	0,53	14	50	1	1	346
canne	cp1	paille	P2	0,53	14	50	1	1	346
maisf	cp1	vert	P1	0,79	56	70	4	2,5	230
maisf	cp1	vert	P2	0,79	56	70	4	2,5	230
maisf	cp1	ensilm	P1	0,83	44	71	4	2,5	230
maisf	cp1	ensilm	P2	0,83	44	71	4	2,5	230

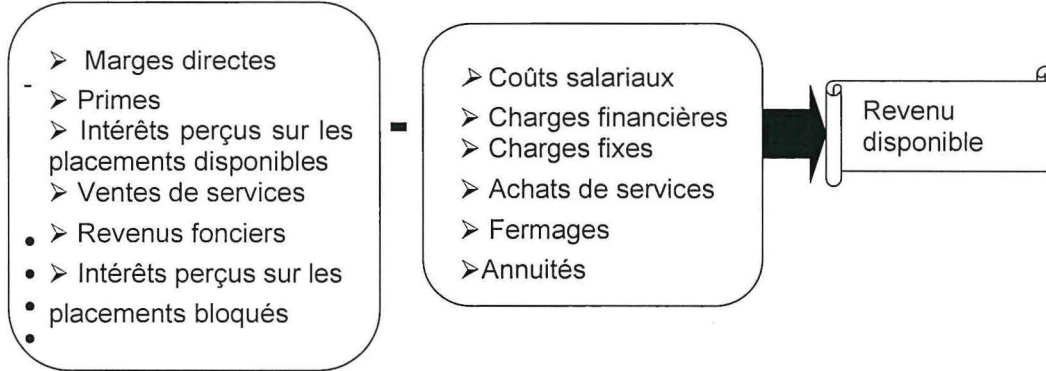
ANNEXE E

Définition de quelques variables du modèle

ANNEXE E

Définition des variables du modèle

REV_{PC,YE} : REVENU DISPONIBLE ESPERE PAR PERIODE ET PAR AN



$$\begin{aligned}
 REV_{Gf,PC,Ye} = & \sum_{C,CP,AME,T,PFAU} [(VFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} + VFA_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}) * PV_{C,CP,PFAU,PC} \\
 & + \Delta STP(fin - ini)_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} * PR_{C,CP,PFAU,PC} \\
 & + \Delta STA(fin - ini)_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} * PA_{C,CP,PFAU,PC} \\
 & - ACTV_{Gf,cua,CP,AME,'T1',PFAU,PC,Ye} * CDV_{Cua,CP,'T1',PC} \\
 & - ACTV_{Gf,Cup,CP,AME,'T2',PFAU,PC,Ye} * CDV_{Cup,CP,'T2',PC}] \\
 & + \sum_{TBOV,GEN} [(PRODLAIT_{Gf,PC,Ye} * PVL'_{LAIT',PC} + V_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * PVA_{TBOV,GEN} + \\
 & + \Delta STOKA(fin - ini)_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * PRA_{C,CP,PFAU,PC}] \\
 & - \sum_{TBOV,GEN} ANACHA_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * PAA_{TBOV,GEN} \\
 & - \sum_{TBOV,GEN} [EFF_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * (COA_{Gf,PC} + CSA_{Gf,PC}) * COEF_{TBOV}] \\
 & - \sum_{C,CP,PFAU} [AGf,C,CP,PFAU,PC,Ye * PA_{C,CP,PFAU,PC}] - [QCA_{Gf,PC,Ye} * PAC + QMA_{Gf,PC,Ye} * \\
 & PAM] \\
 & + \sum_{TSM} [(HTCED_{Gf,TSM,PC,Ye} * PLM_{TSM})] - \sum_{TSM} [HTLOU_{Gf,TSM,PC,Ye} * PLM_{TSM}] \\
 & + [(INITLFCED_{Gf,PC-1,Ye} + TLAFCEDE_{Gf,PC,Ye}) * PLTLAF] \\
 & - [(INITLAFLOU_{Gf,PC-1,Ye} + TLAFLOU_{Gf,PC,Ye}) * PLTLAF] \\
 & + [(INITLDCED_{Gf,PC-1,Ye} + TLADCEDE_{Gf,PC,Ye}) * PLTLAD] \\
 & - [(INITLADLOU_{Gf,PC-1,Ye} + TLADLOU_{Gf,PC,Ye}) * PLTLAD] \\
 & + [(MOCED_{Gf,PC,Ye} * SLR)] - [MOLOU_{Gf,PC,A} * SLR] \\
 & - [NMP_{Gf} * CUP_{PC} + CF_{Gf,PC}] + [INTOTR_{Gf,PC,Ye} - INTOTP_{Gf,PC,Ye}] \\
 & - \sum_{TSM} [ENMAT_{TSM} * NBHT_{TSM,PC} * DISMAT_{Gf,TSM,PC,Ye}] - [ENBAT * DISBAT_{Gf,PC,Ye}] \\
 & + [AIDE9_{Gf,PC,Ye}] + [AIDE6_{Gf,PC,Ye}] + [PRIME_{Gf,PC,Ye}] + [TVANP_{Gf,PC,Ye}]
 \end{aligned}$$

$+ [INTCB_{Gf,PC,Ye}] - [ADLT_{Gf,PC,Ye}]$
 $ACTV_{Gf,C,CP,AME,T,PFAU,PC,Ye}$: les activités végétales
 $VFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}$: quantité du fourrage produite et vendue.
 $VFA_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}$: quantité du fourrage achetée puis vendue.
 $\Delta STP(fin - ini)_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}$: variation du stock du fourrage produit
 $\Delta STA(fin - ini)_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}$: variation du stock du fourrage acheté
 $PV_{C,CP,PFAU,PC}^1$: prix de vente anticipés des produits végétaux par période et selon le nombre de coupes (en francs par tonne de matière sèche).
 $PR_{C,CP,PFAU,PC}$: prix de revient anticipés des produits végétaux par période et selon le nombre de coupes.
 $PR_{C,CP,PFAU,P} = 0.8^2 * PV_{C,CP,PFAU,PC}$
 $E(Y_{Gf,C,CP,T,PFAU,PC,N})$: espérance des rendements en tonne de matière sèche (TMS) par activité sur les états de la nature.
 $CDV_{C,CP,T2,PC}$: charges directes par culture selon le nombre de coupes et par période (cup : cultures pluriannuelles, cua : culture annuelles)
 $A_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}$: quantité des produits achetés (en tonnes de matière sèche)
 $PAC_{C,CP,PFAU,PC}$: prix d'achat anticipés des produits végétaux par période et selon le nombre de coupes.
 $PAC_{C,CP,PFAU,PC} = 1.10^3 * PV_{C,CP,PFAU,PC}$
 $V_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye}$: nombre d'animaux vendus par catégorie, par période et par an.
 $COEF_{TBOV}$: coefficient pour chargement technique (UGB) toutes catégories comprises
 $EFF_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye}$: effectif des animaux par catégorie, par période et par an.

$PVA_{TBOV,GEN}$: prix de vente anticipés des animaux par catégorie.

$(PVA_{TBOV,GEN} = PAA_{TBOV,GEN} * 0.9)$

$ANACHA_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye}$: le nombre d'animaux achetés par catégories, par période et par an

$PAA_{TBOV,GEN}$: prix d'achat des animaux avec prise en compte de la subvention de l'article 4 pour les génisses et les vaches importées.

$PRODLAIT_{Gf,PC,Ye}$: production du lait par période et par an.

$\Delta STOKA(fin - ini)_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye}$: variation d'inventaire pour les animaux.

$PRA_{TBOV,GEN}$: prix de revient anticipés des animaux par catégorie.

$COA_{Gf,PC}$: charges directes par UGB et par période.

$CSA_{Gf,PC}$: charges de structure par UGB et par période.

$QCA_{Gf,PC,Ye}$: quantité de concentré acheté par période et par an.

PAC : prix d'achat anticipés du concentré.

$QMA_{Gf,PC,Ye}$: quantité de minéraux achetés par période et par an.

PAM : prix d'achat anticipés des minéraux

NMP_{Gf} : nombre de main d'œuvre permanente et salariée disponible.

CUP_{PC} : salaire et charges salariales de la main d'œuvre permanente par période.

$CF_{Gf,PC}$: coût fixe par période (assurance, impôt, élect., tél.,...)

$TLAFLU_{Gf,PC,Ye}$: nombre d'hectares facilement labourables⁴ loués (repris en fermage) par an.

$TLADLOU_{Gf,PC,Ye}$: nombre d'hectares difficilement labourables loués (repris en fermage) par an.

$TLAFCEDE_{Gf,PC,Ye}$: nombre d'hectares facilement labourables cédés en location par période et par an.

$TLADCEDE_{Gf,PC,Ye}$: nombre d'hectares difficilement labourables cédés en location par période et par an.

Commentaire : 2

¹ Les prix des produits animaux et végétaux utilisés dans l'optimisation pour l'année de référence 2000 sont ceux observés pendant l'année précédente (1999). La prise en compte des changements de prix dans les simulations nécessite l'élaboration d'hypothèses sur leur évolution future (hypothèses réalisées avec la SICA LAIT). Ces prix qui sont exogènes pour les modèles individuels, seront endogénisés dans le cas du modèle agrégé par un croisement de l'offre et de la demande.

$P^A_i = \alpha_i Y^A_i + \beta_i$ avec $\alpha_i < 0$ et $\beta_i > 0$.

² Le prix de revient est estimé à 80% du prix de vente anticipé.

³ Le coût de transaction des produits est estimé à 10%. Celui des facteurs de production est de 5%.

⁴ La notion de terre labourable, dans le contexte réunionnais, signifie plutôt terre mécanisable.

HTCED_{Gf,TSM,PC,Ye} : nombre d'heures de traction mécanisée cédée en location par catégorie d'opération par période et par an.
 HTLOU_{Gf,TSM,PC,Ye} : nombre d'heures de traction mécanisée louée par catégorie d'opération (travail du sol et récolte) par période et par an.

MOCED_{Gf,PC,Ye} : nombre d'heures de main d'œuvre saisonnière cédée en location à l'extérieur par période et par an.

MOLOU_{PC,Ye} : nombre d'heures de main d'œuvre saisonnière louée de l'extérieur par période et par an.

PLTLAF : prix de location moyen de la terre facilement labourable.

PLTLAD : prix de location moyen de la terre difficilement labourable.

PLM_{TSM} : prix horaire de location du matériel par catégorie d'opération.

SLR : prix horaire moyen de la main d'œuvre saisonnière.

INTOTP_{Gf,PC,Ye} : intérêts payés par période et par an.

INTOTR_{Gf,PC,Ye} : intérêts perçus sur le placement disponible.

ENBAT : charge d'entretien des bâtiments

DISMAT_{Gf,PC,Ye} : bâtiment disponible par période et par an (en m²)

ENMAT_{TSM} : charge horaire matérielle (entretien, réparation et carburant) par catégorie d'opération

DISMAT_{Gf,TSM,PC,Ye} : matériel disponible par période et par an

NBHT_{TSM,PC} : durée d'utilisation possible du matériel par période et par an

INITLAFLOU_{Gf,PC,Ye} : cumul sur l'ensemble des périodes écoulées des hectares facilement labourables en fermage ;

INITLAFCEDE_{Gf,PC,Ye} : cumul sur l'ensemble des périodes écoulées des hectares facilement labourables donnés en location ;

INITLADLOU_{Gf,PC,Ye} : cumul sur l'ensemble des périodes écoulées des hectares difficilement labourables en fermage ;

INITLADCEDE_{Gf,PC,Ye} : cumul sur l'ensemble des périodes écoulées des

hectares difficilement labourables donnés en location

AIDE6_{Gf,PC,Ye} : le montant de l'aide de l'article 6 par période et par an.

$$AIDE6 = \sum_{TBOV, GEN} PRODLAIT_{Gf,PC,Ye} * 0.55$$

AIDE9_{Gf,PC,Ye} : le montant de l'aide forfaitaire de l'article 9 bis par période et par an. AIDE9_{Gf,PC,Ye} =

$$(Q * Ct * Nv * Cp * V / 2) * EFF_{Gf, 'VL', GEN, PC, Ye}$$

Q : note qualitative attribuée à chaque exploitation ; Ct : coefficient de taille ; Cpp : coefficient de productivité ; V : valeur du point.

PRIME_{Gf,PC,Ye} : le montant des primes par période et par an (conservation de génisses, détaxe gasoil, ICHN et PDL).

TVANP_{Gf,PC,Ye} : TVA non perçu par période et par an.

INTCB_{Gf,PC,Ye} : intérêts perçus sur le placement bloqué.

ADLT_{Gf,PC,Ye} : annuité de remboursement emprunts à long terme par période et par an

MARGE DIRECTE

La marge directe est la différence entre les recettes totales, provenant des ventes, des stocks et des aides, et les charges directes⁵ (charges directes des cultures et/ou prairies pluriannuelles en cas du maintien⁶ (cup: les prairies et les cannes), des cultures annuelles(cua: maïs fourragers) et d'élevage) représente ce que l'on appelle généralement la marge directe. Elle est calculée par hectare pour chaque culture et par catégorie d'animaux pour chaque race. Autre que l'achat d'animaux, cette marge comprend les charges d'approvisionnements en fertilisants, en semence et en produits phytosanitaires pour les cultures annuelles, les charges d'entretiens (fertilisants et produits phytosanitaires) pour les cultures et/ou prairies pluriannuelles et les coûts d'aliments achetés et consommés, de reproduction, de soins vétérinaires, d'assurance et de cotisation pour l'élevage.

$$\begin{aligned}
 \text{La marge directe} = & \sum_{C,CP,PFAU} [(VFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} + VFA_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}) * PV_{C,CP,PFAU,PC} \\
 & + \Delta STP(fin - ini)_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} * PR_{C,CP,PFAU,PC} \\
 & + \Delta STA(fin - ini)_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} * PA_{C,CP,PFAU,PC} \\
 & - \sum_{Cua,CP,AME,PFAU} ACTV_{Gf,cua,CP,AME,'T1',PFAU,PC,Ye} * CDV_{Cua,CP,'T1',PC} \\
 & - \sum_{Cup,CP,AME,T,PFAU} ACTV_{Gf,Cup,CP,AME,'T2',PFAU,PC,Ye} * CDV_{Cup,CP,'T2',PC}] \\
 & + \sum_{TBOV,GEN} [(PRODLAIT_{Gf,PC,Ye} * PVL_{LAIT',PC} + V_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * PVA_{TBOV,GEN} + \\
 & - \sum_{TBOV,GEN} ANACHA_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * PAA_{TBOV,GEN} \\
 & + \Delta STOKA(fin - ini)_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * PRA_{C,CP,PFAU,PC}] \\
 & - \sum_{TBOV,GEN} EFF_{Gf,TBOV,GEN,PC,Ye} * (COA_{Gf,PC} + CSA_{Gf,PC}) * COEF_{TBOV} \\
 & - \sum_{C,CP,PFAU} [A_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} * PA_{C,CP,PFAU,PC}] - [QCA_{Gf,PC,Ye} * PAC + QMA_{Gf,PC,Ye} * PAM \\
 &] \\
 & + [AIDE9_{Gf,PC,Ye}] + [AIDE6_{Gf,PC,Ye}]
 \end{aligned}$$

⁵ Les prix d'intrants utilisés dans le calcul des charges directes pour l'année de référence 2000 sont ceux observés pendant l'année précédente. La prise en compte des changements de prix dans les simulations nécessite l'élaboration d'hypothèses, avec les techniciens de la SICA LAIT, sur leur évolution future.

⁶ Le renouvellement des prairies et de la canne est considéré comme un investissement et donc ses coûts ne font pas partie des charges de production.

CALCULS INTERMEDIAIRES

Les primes⁷ : appelées aussi subventions d'exploitation. Elles englobent l'aide à la conservation de génisses (CGENIS), la détaxe gasoil (DGAZ), l'indemnité compensatoire des handicaps naturels (ICHN) et le plan de développement laitier (PDL). Ces primes qui sont optimisées par le modèle influencent fortement les choix techniques et stratégiques des éleveurs et leurs probables réformes risquent de mettre en cause la viabilité et la compétitivité future des exploitations.

$$\text{PRIME}_{Gf,PC,Ye} = \text{PDL}_{Gf,PC,Ye} + \text{ICHN}_{Gf,PC,Ye} + \text{DGAZ}_{Gf,PC,Ye} + \text{CGENIS}_{Gf,PC,Ye}$$

Les ventes de services : le modèle optimise le nombre d'heures en main d'œuvre (MOCED) et en traction mécanisée (HTCED) qui peuvent être vendues à l'extérieur en cas de non-besoin au sein de l'exploitation. Ce nombre d'heures pondéré par le prix horaire respectivement de la main d'œuvre saisonnière (SLR) et de la location du matériel (PLM) donne le montant total de ces ventes (ces prix horaires sont exogènes).

$$\text{Les ventes de services} = \sum_{TSM} [\text{HTCED}_{Gf,TSM,PC,Ye} * \text{PLM}_{TSM}] + [\text{MOCED}_{Gf,PC,Ye} * \text{SLR}]$$

Les intérêts perçus sur les placements : ce sont les revenus issus des placements. Ils constituent des variables endogènes qui sont optimisées par le modèle et ceci en indiquant le montant et le moment propice pour effectuer ces placements, par contre les taux de placements sont des données exogènes. Deux types de placements ont été pris en compte dans notre modèle. Un premier placement à 2% (PLA1) où la somme d'argent placée sur une période donnée (CUMEPa) est toujours disponible et peut être réintroduite dans l'exploitation en cas de besoins de trésorerie ou d'investissement agricole et un second placement à 6% (PLA2) où la somme prélevée (CUMEPABL) sera déposée dans un compte bloqué et ne reviendra plus sur l'exploitation. Inspiré de la réalité, le choix de ce second type de placement a pour objectif, d'une part, de prendre en compte l'investissement extra agricole et d'autre part, d'éviter l'accumulation du capital dans les exploitations.

Placement à 2% :

$$\text{INTOTR}_{Gf,PC,Ye} = \text{CUMEPa}_{Gf,PC,Ye} * \text{PLA1} * (\text{NBRJ}_{PC}/365)$$

$$\text{CUMEPa}_{Gf,P1,Ye} = \text{EPA}_{Gf,P1,Ye}$$

$$\text{CUMEPa}_{Gf,P2,Ye} = \text{EPA}_{Gf,P1,Ye} + \text{EPA}_{Gf,P2,Ye}$$

Avec :

$\text{INTOTR}_{Gf,PC,Ye}$: intérêts perçus sur le placement à 2%

PLA1 : taux de placement à 2 %

$\text{CUMEPa}_{Gf,PC,Ye}$: montant de placement disponible cumulé par période et par an

$\text{EPA}_{Gf,PC,Ye}$: montant placé à 2 % par période et par an

Placement à 6% :

⁷ Les équations de calcul de ces primes sont détaillées dans la partie consacrée aux contraintes réglementaires.

$$\begin{aligned} \text{INTCB}_{Gf,PC,Ye} &= \text{CUMEPABL}_{Gf,PC,Ye} * \text{PLA2} * (\text{NBRJ}_{PC}/365) \\ \text{CUMEPABL}_{Gf,P1,Ye} &= \text{EPARBL}_{Gf,P1,Ye} + \text{CUMEPABL}_{Gf,P2,Ye-1} \\ \text{CUMEPABL}_{Gf,P2,Ye} &= \text{EPARBL}_{Gf,P2,Ye} + \text{CUMEPABL}_{Gf,P1,Ye} \end{aligned}$$

$\text{INTCB}_{Gf,PC,Ye}$: intérêts perçus sur le placement à 6%
 $\text{CUMEPABL}_{Gf,PC,Ye}$: montant de placement bloqué cumulé par période et par an
 $\text{EPARBL}_{Gf,PC,Ye}$: montant placé à 6 % par période et par an
 PLA2 : taux de placement à 6 %
 NBRJ_{PC} : nombre de jours dans la période

Les revenus fonciers : ces revenus proviennent des terres, en propriété, données en location à d'autres agents économiques. Sont distinguées les terres facilement (TLAFCEDE) et difficilement (TLADCEDE) labourable données en location. Ils dépendent du nombre d'hectares cédés optimisés par le modèle et du prix de fermage, paramètre exogène. Les nouveaux hectares donnés en location au cours de la période s'ajoutent aux hectares supplémentaires des périodes précédentes ce qui permet de calculer le revenu foncier total par période.

$$\begin{aligned} \text{Les revenus fonciers} &= [(\text{INITLFCDE}_{Gf,PC,-1Ye} + \text{TLAFCEDE}_{Gf,PC,Ye}) * \text{PLTLAF}] \\ &+ [(\text{INITLDCDE}_{Gf,PC,-1Ye} + \text{TLADCEDE}_{Gf,PC,Ye}) * \text{PLTLAD}] \end{aligned}$$

Les coûts salariaux : Ils sont exprimés par période et dépendent du nombre d'heures de travail et de leur coût horaire. Les heures de travail saisonnier sont optimisées par le modèle compte tenu des disponibilités en main d'œuvre permanente de l'exploitation (famille et salariés). Ce nombre d'heures saisonnières pondéré par le prix horaire de la main d'œuvre saisonnière donne le montant des coûts salariaux saisonniers. Ajoutée à ces coûts, la rémunération de la main d'œuvre salariale permanente (NMP) qui est considérée comme un coût exogène fixe, nous donne le montant total des coûts salariaux.

$$\text{Les coûts salariaux} = [\text{NMP}_{Gf} * \text{CUP}_{PC}] + [\text{MOLOU}_{Gf,PC,Ye} * \text{SLR}]$$

Les charges financières : Elles proviennent des emprunts à court terme⁸ réalisés à un taux d'intérêt annuel moyen de 8.1%, des intérêts relatifs à la dette à long terme initiale qui est supposée remboursable sur une durée Dr_{Gf} et à un taux d'intérêt de 4.8% mais aussi des intérêts versés relatifs à l'encours à long terme obtenus au cours de l'horizon de planification. Cet encours est supposé remboursable sur un certain nombre d'années (E) et à un taux identique au précédent (4.8%). Le montant de ces intérêts par période et par année dépendra de la somme de la dette qui reste à payer à la fin de celles-ci. Ce sont des variables endogènes dont le montant et les dates de réalisation sont optimisés par le modèle.

$$\text{INTOT}_{PC,Ye} = [(\text{CUMECT}_{Gf,PC,Ye} * \text{TCT}) + (\text{DLT}_{Gf,PC,Ye} * \text{TLT})] * (\text{NBRJ}_{PC}/365)$$

TCT : taux d'intérêt à court terme.
 TLT : taux d'intérêt à long terme.
 $\text{DLT}_{Gf,PC,Ye}$: dette à long terme restante à la fin de chaque période et chaque année (y compris le montant de la dette initiale)

⁸ Les équations de calcul des emprunts à court terme sont détaillées dans la partie consacrée aux contraintes financières.

$CUMECT_{Gf,PC,Ye}$: cumul des emprunts à court terme par période et par an
 $CUMECT_{Gf,PC,Ye} = EMPCT_{Gf,PC,Ye} + CUMECT_{Gf,PC-1,Ye} - REMBCT_{Gf,PC-1,Ye}$
 $CUMECT_{Gf,PC-1,Ye} = EMPCT_{Gf,PC-1,Ye} + EMPCT_{Gf,PC-2,Ye} - REMBCT_{Gf,PC-2,Ye}$
 $EMPCT_{Gf,PC,Ye}$: montant emprunté à court terme par période et par an
 $REMBCT_{Gf,PC,Ye}$: remboursement périodique des emprunts à court terme
 $REMBCT_{Gf,PC,Ye} = EMPCT_{Gf,PC-1,Ye}$

Les charges fixes : il s'agit des frais généraux (assurance, impôts, taxes, élect..) ainsi que des charges d'entretien de bâtiments d'élevages, du matériel et du capital mobilier investi dans l'exploitation. Ces charges influencent les résultats futurs par le biais de la récursivité du montant de la trésorerie d'une année à l'autre et par les coûts d'entretien des nouveaux investissements en bâtiment et en matériel.

$$\text{Les charges fixes} = [CF_{Gf,PC}] + [ENBAT * DISBAT_{Gf,PC,Ye}] + \sum_{TSM} [ENMAT_{TSM} * NBHT_{TSM,PC} * DISMAT_{Gf,TSM,PC,Ye}]$$

Les achats de services : le modèle optimise les besoins en heures supplémentaires pour les opérations mécaniques de travail de sol, de fertilisation, de récolte, etc. Ce nombre d'heures pondéré par le prix horaire de la location du matériel donne le montant total de ces achats.

$$\text{Les achats de services} = \sum_{TSM} [HTLOU_{Gf,TSM,PC,Ye} * PLM_{TSM}]$$

Le fermage : cette charge de structure correspond aux hectares supplémentaires que l'agriculteur désire mettre en culture pour optimiser son revenu, multipliés par le prix du fermage.

Les nouveaux hectares loués au cours de la période s'ajoutent aux hectares supplémentaires des périodes précédentes permettant de calculer la charge totale de fermage. Ces hectares supplémentaires sont optimisés par le modèle.

$$\text{Le fermage} = [(INITLAFLOU_{Gf,PC-1,Ye} + TLAFLOU_{Gf,PC,Ye}) * PLTLAF] + [(INITLADLOU_{Gf,PC-1,Ye} + TLADLOU_{Gf,PC,Ye}) * PLTLAD]$$

CHIFFRE D'AFFAIRE

$$\begin{aligned}
 CA = & \sum_{C, CP, AME, T, PFAU} [(VFP_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye} + VFA_{Gf,C,CP,PFAU,PC,Ye}) * PV_{C,CP,PFAU,PC} \\
 & + \sum_{TBOV, GEN} [(PRODLAIT_{Gf,PC,Ye} * PVL'_{LAIT',PC} + V_{Gf,TBOV,GEN,PC,YE} * PVA_{TBOV,GEN} + \\
 & + [AIDE9_{Gf,PC,Ye}] + [AIDE6_{Gf,PC,Ye}]
 \end{aligned}$$

Avec :

EMPCT_{Gf,PC,Ye} : montant emprunté à court terme par période et par an
 CA : chiffre d'affaire par période et par an.
 REMBCT_{Gf,PC,Ye} : remboursement périodique des emprunts à court terme

ANNEXE F

Résultats de la validation du modèle

Annexe F : Résultats de la validation du modèle

VALIDATION DES MODÈLES ÉCONOMIQUES : Groupe1			
Année de référence : 2000			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait	357538	358284	-0,21%
Subvention lait (art. 6)	74770	74926	-0,21%
Subvention lait (art.9 bis)	40106	41547	-3,59%
Vente d'animaux	32398	32548	-0,46%
Achats d'animaux	0	0	0%
Recette totale (sans stock animal)	504812	503706	0,22%
Recette totale (avec stock animal)	505812	534288	-5,63%
Achats d'aliments du bétail	147556	156447	-6,03%
Approvisionnement	163142	179663	-10,13%
Achats et services externes	113327	117988	-4,11%
Valeur ajoutée	229343	236637	-3,18%
Subvention d'exploitation	41238	47493	-15,17%
Excédent brut d'exploitation	286039	286452	-0,14%
Amortissements	95761	97416	-1,73%
Intérêt des emprunts	6059	4871	19,61%
Remboursement capital	45691	50776	-11,13%
Résultat annuel	184219	184674	-0,25%
Revenu disponible agricole	234288	231314	1,27%
Revenu disponible agricole = EBE + produit financier - intérêt des emprunts - annuité			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait (litres)	135392	136230	-0,62%
Surface fourragère	6	6	0,00%
Vaches présentes	24	24	-1,44%
Emprunt à moins d'un an	0	0	0%
Emprunt à long terme	0	0	0%
Dettes restantes	81250	76164	6,26%

VALIDATION DES MODÈLES ÉCONOMIQUES : Groupe 2			
Année de référence : 2000			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait	873737	863338	1,19%
Subvention lait (art. 6)	182721	180546	1,19%
Subvention lait (art.9 bis)	102944	98736	4,09%
Vente d'animaux	94959	98471	-3,70%
Achats d'animaux	222400	194287	12,64%
Recette totale (sans stock animal)	1032294	1076082	-4,24%
Recette totale (avec stock animal)	1140274	1256863	-10,22%
Achats d'aliments du bétail	600477	604814	-0,72%
Approvisionnement	659978	705201	-6,85%
Achats et services externes	254805	307834	-20,81%
Valeur ajoutée	225491	243828	-8,13%
Subvention d'exploitation	149994	141764	5,49%
Excédent brut d'exploitation	397486	395631	0,47%
Amortissements	100186	100991	-0,80%
Intérêt des emprunts	17891	29854	-66,86%
Remboursement capital	118595	105577	10,98%
Résultat annuel	279409	264786	5,23%
Revenu disponible agricole	261000	260201	0,31%
Revenu disponible agricole = EBE + produit financier - intérêt des emprunts - annuité			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait (litres)	332219	328266	1,19%
Surface fourragère	24	24	2,08%
Vaches présentes	57	57	0,83%
Emprunt à moins d'un an	30000	30324	-1,08%
Emprunt à long terme	110000	110367	-0,33%
Dettes restantes	530264	543650	-2,52%

VALIDATION DES MODÈLES ÉCONOMIQUES : Groupe 3			
Année de référence : 2000			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait	678251	693396	-2,23%
Subvention lait (art. 6)	141840	145007	-2,23%
Subvention lait (art.9 bis)	65030	66594	-2,40%
Vente d'animaux	41136	40800	0,82%
Achats d'animaux	78900	61805	21,67%
Recette totale (sans stock animal)	897768	862430	3,94%
Recette totale (avec stock animal)	1002018	984657	1,73%
Achats d'aliments du bétail	350615	322536	8,01%
Approvisionnement	450134	407461	9,48%
Achats et services externes	293085	315757	-7,74%
Valeur ajoutée	258799	261439	-1,02%
Subvention d'exploitation	201992	197265	2,34%
Excédent brut d'exploitation	452927	425196	6,12%
Amortissements	135817	123265	9,24%
Intérêt des emprunts	42198	53101	-25,84%
Remboursement capital	189222	184419	2,54%
Résultat annuel	285388	251606	11,84%
Revenu disponible agricole	221507	190452	14,02%
Revenu disponible agricole = EBE + produit financier - intérêt des emprunts - annuité			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait (litres)	257890	263649	-2,23%
Surface fourragère	14	14	0,00%
Vaches présentes	48	48	0,59%
Emprunt à moins d'un an	0	0	-
Emprunt à long terme	0	0	-
Dettes restantes	1009501	1014304	-0,48%

VALIDATION DES MODÈLES ÉCONOMIQUES : Groupe 4

Année de référence : 2000			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait	338315	333844	1.32%
Subvention lait (art. 6)	70750	69815	1.32%
Subvention lait (art.9 bis)	34511	34130	1.10%
Vente d'animaux	23588	23044	2.30%
Achats d'animaux	94500	99100	-4.87%
Recette totale (sans stock animal)	323105	368816	-14.15%
Recette totale (avec stock animal)	408105	447061	-9.55%
Achats d'aliments du bétail	238709	240150	-0.60%
Approvisionnement	244414	251159	-2.76%
Achats et services externes	125198	102779	17.91%
Valeur ajoutée	88053	93124	-5.76%
Subvention d'exploitation	77372	67172	13.18%
Excédent brut d'exploitation	144602	161397	-11.61%
Amortissements	28314	35730	-26.19%
Intérêt des emprunts	15922	12122	23.87%
Remboursement capital	38103	35263	7.45%
Résultat annuel	149926	113898	24.03%
Revenu disponible agricole	140137	114366	18.39%
Revenu disponible agricole = EBE + produit financier - intérêt des emprunts - annuité			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait (litres)	128637	126937	1.32%
Surface fourragère	3	3	0.00%
Vaches présentes	20	20	1.96%
Emprunt à moins d'un an	0	51120	#DIV/0!
Emprunt à long terme	140770	109844	21.97%
Dettes restantes	239662	211576	11.72%

VALIDATION DES MODÈLES ÉCONOMIQUES : Groupe 5			
Année de référence : 2000			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait	337839.4704	334296	1.05%
Subvention lait (art. 6)	70650.83982	69910	1.05%
Subvention lait (art.9 bis)	31297	30353	3.02%
Vente d'animaux	16005	16059	-0.33%
Achats d'animaux	81400	108782	-33.64%
Recette totale (sans stock animal)		355867	#DIV/0!
Recette totale (avec stock animal)	462393	478353	-3.45%
Achats d'aliments du bétail	155288	167524	-7.88%
Approvisionnement	165518	189444	-14.46%
Achats et services externes	115577	98695	14.61%
Valeur ajoutée	181298.19	190214	-4.92%
Subvention d'exploitation	167830.25	144582	13.85%
Excédent brut d'exploitation	327355	336988	-2.94%
Amortissements	10580	26469	-150.19%
Intérêt des emprunts	11622	12488	-7.45%
Remboursement capital	45795	47314	-3.32%
Résultat annuel	309981	298680	3.65%
Revenu disponible agricole	269937	277835	-2.93%
Revenu disponible agricole = EBE + produit financier - intérêt des emprunts - annuité			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait (litres)	124580	127109	-2.03%
Surface fourragère	6	6	0.00%
Vaches présentes	19	19	-0.34%
Emprunt à moins d'un an	0	0	--
Emprunt à long terme	0	0	--
Dettes restantes	243331	236572	2.78%

VALIDATION DES MODÈLES ÉCONOMIQUES : Groupe 6			
Année de référence : 2000			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait	321617	333553	-3.71%
Subvention lait (art. 6)	67258	69754	-3.71%
Subvention lait (art.9 bis)	31795	32792	-3.14%
Vente d'animaux	30852	35826	-16.12%
Achats d'animaux	12500	11070	11.44%
Recette totale (sans stock animal)	439022	461047	-5.02%
Recette totale (avec stock animal)	423522	461960	-9.08%
Achats d'aliments du bétail	159584	130305	18.35%
Approvisionnement	162215	157984	2.61%
Achats et services externes	84056	109354	-30.10%
Valeur ajoutée	177252	194622	-9.80%
Subvention d'exploitation	46859	41020	12.46%
Excédent brut d'exploitation	209111	221610	-5.98%
Amortissements	14183	20832	-46.89%
Intérêt des emprunts	23311	21944	5.86%
Remboursement capital	87857	92227	-4.98%
Résultat annuel	135074	179760	-33.08%
Revenu disponible agricole	97944	108364	-10.64%
Revenu disponible agricole = EBE + produit financier - intérêt des emprunts - annuité			
	Réel	Simulé	Écart (%)
Production lait (litres)	122288	126826	-3.71%
Surface fourragère	22	22	0.00%
Vaches présentes	25	26	-2.95%
Emprunt à moins d'un an	0	47764	#DIV/0!
Emprunt à long terme	0	0	--
Dettes restantes	373281	368910	1.17%

ANNEXE G

Les aides publiques à l'élevage bovin laitier à La Réunion

Abréviations

Annexe G

Les aides publiques à l'élevage bovin laitier à La Réunion

Aides à financement Région, Etat et Union Européenne

Aide à l'installation

Aide	Conditions	Montant	Fonds	Gérées
DJA	- Jeunes agriculteurs <35 ans (< 40 ans dans certains cas) affilié à l'AMEXA - qualification minimale (BTA et stage)	- Min 52 000 F - Max 235 400 F	FEOGA / Etat	CNASEA
Complémentaire DJA	- Idem DJA - attributaire de la DJA au taux maximum	- Min 26 800 F - Max 80 000 F	FEOGA / Région	CNASEA
PRCE	- Critère DJA, Titulaire d'un BPA et de 3 ans d'expérience au minimum. - Apporter au moins 10% du montant total (hors taxes : HT) - Création d'un emploi au minimum - Non cumulable avec DJA ni OVAPAL	- 40% du coût d'Inv. HT et 20% du coût HT du foncier - Plafond de 200.000F/expl	FEDER / Région	SGER
PRE	- Idem PRCEA - Exploitation agricole en création ou en extension d'activité	-Z. Hauts 40 000 F/empl -Z. Bas 20 000 F/empl -Z. inter 30 000 F/empl	FEDER / Région	SGER

Aide à l'investissement

Aide	Conditions	Montant	Fonds	Gérées
PDL (avant 2000)	- Atelier lait - Bénéficiaire AMEXA - Adhérent SICALAIT - <35 ans si installation - <50 ans si extension	- 0 à 40 vaches 9 750F/VL - 40 à 60 4875 F/VL - 60 à 80 2450 F/VL - rien au-delà de 80 - Maxi : 390 000f	FEOGA (60%) et Région (40%)	SICA-LAIT
PDL (après 2000)	- Atelier lait - Bénéficiaire AMEXA - Adhérent SICALAIT - <35 ans si installation - <50 ans si extension	- 9 750F/VL - Maxi 40 vaches : E. individuelle - Maxi 80 vaches : GAEC - Maxi : 390 000F	FEOGA (60%) et Région (40%)	SICA-LAIT
Création des prairies et d'équipements annexes dans les Hauts	- Adhérent AFP - Engagement d'entretenir et d'exploiter les prairies pendant 6ans au moins - Activité située dans les Hauts	- 75% du coût d'aménagements - 75% pour les équipements à usage collectifs - 50% pour les équipements individuels	FEOGA/ Région	Région AFP
Plan d'amélioration matérielle (PAM)	- age entre 21 et 58 ans - Agriculteur à titre principal - atteste une capacité prof.	- Immobilier 45%, mobilier 30% - prêts spéciaux 3.45% ou 2.75% - Plafond : 470 000 F/UTH	FEOGA/ Région	DAF/ CNASEA
Plan d'aménagement des Hauts (PAH)	- Propriétaire de la terre - Opération : améliorations foncières	- Moins de 60ha défrichés (Epierrage fin : 85% Autres travaux : 75%) - plus de 60ha défrichés (Epierrage fin : 65% Autres travaux : 50%)	Etat, FEOGA, Départ.	Région AFP
	- Propriétaire de la terre - Opération : défrichement manuel	- Forêt : 18 000F/ha - Broussailles : 12 000F/ha - Préparation de sous bois pour vanillerie : 7000F/ha	Etat, FEOGA, Départ.	Région AFP

Conservation de Génisses	- Adhérent à l'AFP ou à un groupement de producteurs - Génisses identifiées par EDE	- 1000 F par génisse à 18 mois	FEOGA Région	EDE SICA-LAIT
Aide aux bâtiments d'élevage	- Adhérent à une structure de commercialisation - Engagement d'utiliser le bâtiment au moins 7 ans	- Plus de 5 têtes - 40 à 60% des dépenses éligibles HT, selon la zone, le type d'aménagement (construction ou extension) et avec ou sans PAM	FEOGA / Etat/Région	DAF
Amélioration et régénération des prairies	- Adhérent AFP	- 50% du coût d'amélioration	Région	Région AFP
Aides au raccordement électrique (REEA)	- Travaux d'électrification réalisés sous Maîtrise d'ouvrage communale	- 80% du coût HT des travaux - Plafond 220 000 F par exploitation concernée	FEOGA et Région	DAF
Aide à la construction des retenues d'eau (V)	- Inscription AMEXA	- 70% pour $V < 1000 \text{ m}^3$ - 80% pour $1000 < V < 2000 \text{ m}^3$ - 85% pour $V > 2000 \text{ m}^3$	Région	DAF
Aide à la mécanisation agricole	- Etude technico-économique obligatoire	- individuel : 25% et plafond 50 000F - Groupes : 25% et plafond 75 000F - GAEC : 35% et plafond 120 000F - CUMA : 45% et plafond 300 000F	FEOGA CG	DAF CTM
Installation de stockage des effluents d'élevage	- Les bâtiments existants depuis plus de 3 ans et dépourvus d'installations	- 50% des dépenses - Plafond 100 000 F	Région	DAF

Aide aux fonctionnements

Aide	Conditions	Montant	Fonds	Gérées
OVAPAL	- Projet d'activité valorisation/transformation de produits agricoles	- Pour études : maxi 75% - Pour investissements : maxi 50% individuel et 75% collectif, avec plafonds respectifs 500 et 750 000F.	FEOGA et Région	OVAPAL
Aides aux frais vétérinaires		- 25% du coût HT des actes curatifs - 66% du coût HT des frais de déplacements	Région	DSV
Détaxe sur le gazole à usage agricole	- Adhérent à un groupement de producteurs	- Varie en fonction du montant de la taxe spéciale perçu sur la consommation de gazole - Plafond : 10 000 litres par exploitation et 100l/CV	FEOGA et Région	DAF
Aide à la tenue d'une comptabilité de gestion	- Tenue d'une comptabilité de gestion permettant son intégration dans le RICA	- 1150 F pendant 5 ans	FEOGA	DAF
ICHN (avant 2000)	- Elevage d'au moins 2 ha et 80% de la SAU dans les hauts	- UGB/ha ≤ 1 : 1180F/UGB - UGB/ha ≥ 1 : 1180F/ha - Maxi : 50ha et/ou 50 UGB	FEOGA et région (60%/40%)	DAF
ICHN (après 2000)	- Elevage d'au moins 2 ha et 80% de la SAU dans les hauts	- $0.1 \leq \text{UGB/ha} \leq 0.5$: 1062F/ha - $0.51 \leq \text{UGB/ha} \leq 0.8$: 944F/ha - $0.81 \leq \text{UGB/ha} \leq 2.5$: 1180F/ha - $2.51 \leq \text{UGB/ha} \leq 4$: 1062F/ha - $4.01 \leq \text{UGB/ha} \leq 6$: 944F/ha - $6.01 \leq \text{UGB/ha} \leq 8$: 778.8F/ha - Maxi : 50ha	FEOGA et région (60%/40%)	DAF

Aides à financement POSEIDOM

Aide	Conditions	Montant	Fonds	Gérer
Aide à l'importation d'animaux reproducteurs race pure (Article 4)	- Animaux certifiés	- 6600 F/Tête	FEOGA garantie	SICALAIT
Aide au développement de la production de lait (Article 6 : avant 2000)	- Adhérent SICALAIT	- 8.45 écus/ 100kg (0.55cts/l) Max 20.000 Tonnes	FEOGA garantie	SICALAIT
Aide au développement de la production de lait (Article 10 : 2000-2006)	- Adhérent SICALAIT	- 8.45 écus/ 100kg (0.55cts/l) Max 40.000 Tonnes	FEOGA garantie	SICALAIT
Aide forfaitaire aux exploitations des Hauts (Article 9 bis: avant 2000)	- Adhérent SICALAIT - Implantées dans les Hauts	- Aide modulable en fonction d'un cahier des charges	FEOGA garantie	SICALAIT ARIBEV
Aide forfaitaire aux exploitations des Hauts (Article 11 : 2000-2006)	- Adhérent SICALAIT - Implantées dans les Hauts	- Aide modulable en fonction d'un nouveau cahier des charges	FEOGA garantie	SICALAIT ARIBEV

Aides à financement ODEADOM

Aide	Conditions	Montant	Fonds	Gérer
Aménagement des laiteries	- Livreur de SICALAIT ayant une laiterie à aménager pour plus de 15 VL	- 50% de devis préalablement agréé - Plafond 20 200 F/ laiterie (15m ²)	ODEADOM	SICALAIT
Production/ Utilisation du foin	- Mise en place de cornadis auto-bloquants	- 300 F/place (vaches et génisses)	ODEADOM	SICALAIT
Equipement d'étable (Hangar à foin)	- Adhérent SICALAIT - Stockage de foin	- 50% du plafond - Plafond : 35 000 F/ hangar à foin de 50m ²	ODEADOM Région	SICALAIT

Abréviation

AFP	Associations foncières pastorales
AMEXA	Assurance maladie des exploitants agricoles
ARIBEV	Association réunionnaise interprofessionnelle du bétail, des viandes et du lait
CNASEA	Centre national pour l'amélioration des structures des exploitations agricoles
CTM	Commission technique de mécanisation
CUMA	Coopérative d'utilisation du matériel en commun
DAF	Direction de l'agriculture et de la forêt
DJA	Dotation jeunes agriculteurs
DOCUP	Document unique de programmation
DSV	Direction de services vétérinaires
EDE	Etablissement départemental de l'élevage
FEDER	Fonds européen de développement et d'économie rurale
FEOGA	Fonds européen d'orientation et de garantie agricoles
GAEC	Groupeement agricole d'exploitation en commun
ICHN	Indemnité compensatoire aux handicaps naturels
ISM	Indemnité spéciale montagne
ODEADOM	Office de développement de l'économie agricole des départements d'outre-mer
OVAPAL	Opération de valorisation agricole des produits agricoles locaux
PAM	Plan d'amélioration du matériel de l'exploitation agricole
PDL	Plan de développement laitier
Poseidom	Programme d'option spécifique à l'éloignement et à l'insularité des départements d'outre mer
PRCE	Prime régionale à la création d'entreprise
PRE	Prime régionale à l'emploi
RICA	Réseau d'information comptable agricole
SAFER	Société d'aménagement foncier et d'établissement rural
SGER	Service de gestion et d'économie rurale
SICALAIT	Société d'intérêt collectif agricole lait
PPM	Plan de première modernisation