

Cirad-CA et
Cirad-EMVT

Centre
National
d'Etudes
Agronomiques
des
Régions
Chaudes



*Compatibilité de l'élevage laitier et des Systèmes
de culture à base de Couverture Végétale
Paraná / Brésil*



Mémoire présenté par :

Ludivine PRADELEIX et Christian BARANGER

En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Agronomie Tropicale
Et du Master Développement Agricole Tropical

Composition du jury :

Président du jury : Philippe JOUVE

Membres du jury : Dominique ROLLIN
Philippe LECOMTE
Henri HOCDE
Michel RAUNET

Maîtres de Stage : D. Rollin, Ph Lecomte
et Maria de Fatima Dos Santos Ribeiro

Janvier 2002

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier chaleureusement l'ensemble de l'équipe du pôle de Recherche du IAPAR de Ponta Grossa au Brésil pour leur accueil et leurs enseignements en matière de système de culture à base de Semis direct sur Couverture Végétale. En particulier, nos accompagnateurs, Dacio Benassi et Roger Milleo, qui ont su nous faire partager leurs connaissances du terrain ainsi que Maria Fatima Dos Santos de Ribeiro qui nous a guidé tout au long de ce stage.

Par ailleurs, de nombreux contacts ont permis de faciliter notre étude et de mieux comprendre les particularités de ces systèmes de production. Ainsi, nous remercions EMATER, les laiteries São Miguel et Anila, la Fondation ABC et La Fédération Nationale de Semis Direct de Ponta Grossa.

Plus que des collaborateurs, nous tenons à saluer Manoel Lesama zootechnicien de l'Université de Curitiba ainsi que sa femme Flavia (et Arantxa) pour leur accueil, Tangriani et Alceu Assman, ainsi que Mr Postiglioni tous chercheurs au IAPAR.

La mise en place et l'élaboration de ce stage sont le résultat d'une collaboration étroite entre Philippe Jouve du CNEARC, Dominique Rollin du Cirad-CA, Philippe Lecomte et Philippe Lhoste du Cirad-EMVT. Nous les remercions tous pour avoir permis la réalisation de cette étude si enrichissante.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIÈRES	1
PARTIE 1 :	3
LE CADRE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE.....	3
I. Problématique	4
1. Les institutions et la demande	4
2. La problématique : compatibilité du SCV et de l'élevage dans des systèmes intégrant agriculture et élevage	5
II. Le contexte géographique et institutionnel	7
1. Des reliefs ondulés	7
2. Une grande variabilité de la couverture pédologique et une fertilité très limitée	8
3. Un climat sub tropical	9
III. La dynamique agraire récente et les facteurs de développement de la production laitière ..	11
1. La situation actuelle de l'agriculture.....	11
2. L'évolution agraire de la région d'étude	12
IV. Les SCV	16
1. Définition	16
2. Historique	16
3. Histoire des SCV dans le Parana	17
4. Les intérêts du SCV.....	19
V. La démarche et la méthodologie	20
1. Démarche de l'étude	20
2. Le choix raisonné de l'échantillon.....	20
3. Méthodologie.....	21
4. Traitement des données.....	22
5. Concepts mobilisés	22
PARTIE 2	25
COMPATIBILITÉ DES SCV ET DE L'ÉLEVAGE LAITIÈRE.....	25
A. Les types d'exploitation et leurs systèmes techniques	26
I. Construction de la typologie d'exploitations	26
1. L'assolement des cultures de vente et surfaces fourragères ou le choix stratégique de l'exploitation :	26
2. Les types dominants d'alimentation du bétail en production :	26
3. Résultats / typologie	27
II. Systèmes d'élevage et d'alimentation	31
1. Types génétiques / profil zootechnique des troupeaux.....	31
2. Reproduction et conduite du troupeau.....	33
3. Système fourrager / offre globale	34
4. Période critique et système d'alimentation	42
5. Mode d'alimentation	43
III. Les systèmes de culture	50
1. L'assolement est le reflet des stratégies de chaque groupe.....	50
2. Le détail des systèmes de culture pratiqués et leur localisation géographique	52
3. Correspondance des types de producteurs et échelles de SCV.....	56
4. Le calendrier et l'itinéraire technique	60

B.	Impacts de l'intégration de la production laitière dans les exploitations	66
I.	Les impacts sur le système de production végétale	66
1.	<i>L'état du SCV avant l'intégration laitière.....</i>	<i>66</i>
2.	<i>Modification de son assolement</i>	<i>67</i>
3.	<i>Réorganisation spatiale du parcellaire.....</i>	<i>67</i>
4.	<i>Modification des pratiques culturales.....</i>	<i>69</i>
5.	<i>Introduction de la pratique de scarification</i>	<i>72</i>
6.	<i>Le problème de la compaction des sols</i>	<i>73</i>
II.	Les impacts sur l'allocation de la biomasse	77
1.	<i>Elaboration des modèles d'allocation de la biomasse</i>	<i>77</i>
2.	<i>Déclinaison des modèles d'allocation de la biomasse.....</i>	<i>80</i>
3.	<i>Modèles d'allocation de la biomasse et quantité de biomasse.....</i>	<i>84</i>
4.	<i>Biomasse exportée au pâturage.....</i>	<i>86</i>
5.	<i>Variabilité des repousses de biomasse entre le pâturage et la dessiccation.....</i>	<i>87</i>
PARTIE B	92
BILAN ET PERSPECTIVES.....	92
A.	Bilan et perspectives	93
1.	<i>Une compatibilité SCV-Elevage plus ou moins grande</i>	<i>93</i>
2.	<i>Des systèmes de production économiquement viables.....</i>	<i>93</i>
3.	<i>Des systèmes techniques de production agronomiquement durables.....</i>	<i>95</i>
B.	Conclusion	100
BIBLIOGRAPHIE ET OUVRAGES DE RÉFÉRENCE.....	102

INTRODUCTION

Les systèmes de culture à base de couverture végétale (SCV) ont été initiés dans les grandes exploitations motorisés du Nord du Paraná et se diffusent depuis une quinzaine d'années dans le centre sud de l'Etat, au sein de petites exploitations familiales, situées sur des sols au relief accidenté et soumis à de sérieux problèmes d'érosion.

Depuis quelques années nous assistons au développement de l'intégration de la production laitière dans ces exploitations pratiquant les SCV.

Ainsi les plantes de couverture, qui constituent la clef de voûte de ce système de culture assurent-elles une nouvelle fonction qui est celle d'alimenter le troupeau laitier en période hivernale.

Or l'intégration de l'élevage avec les SCV apparaît incompatible car les deux systèmes entrent en compétition pour l'utilisation de la même ressource à cette période.

Afin d'analyser la nature des interactions entre les SCV et l'élevage laitier, nous nous sommes particulièrement intéressés aux modalités d'allocation de la biomasse en période hivernale. En utilisant le concept de « fonction parcellaire », nous avons orienté notre analyse vers l'étude des systèmes d'alimentation du troupeau, articulés avec la conduite de cultures de rente annuelles en SCV.

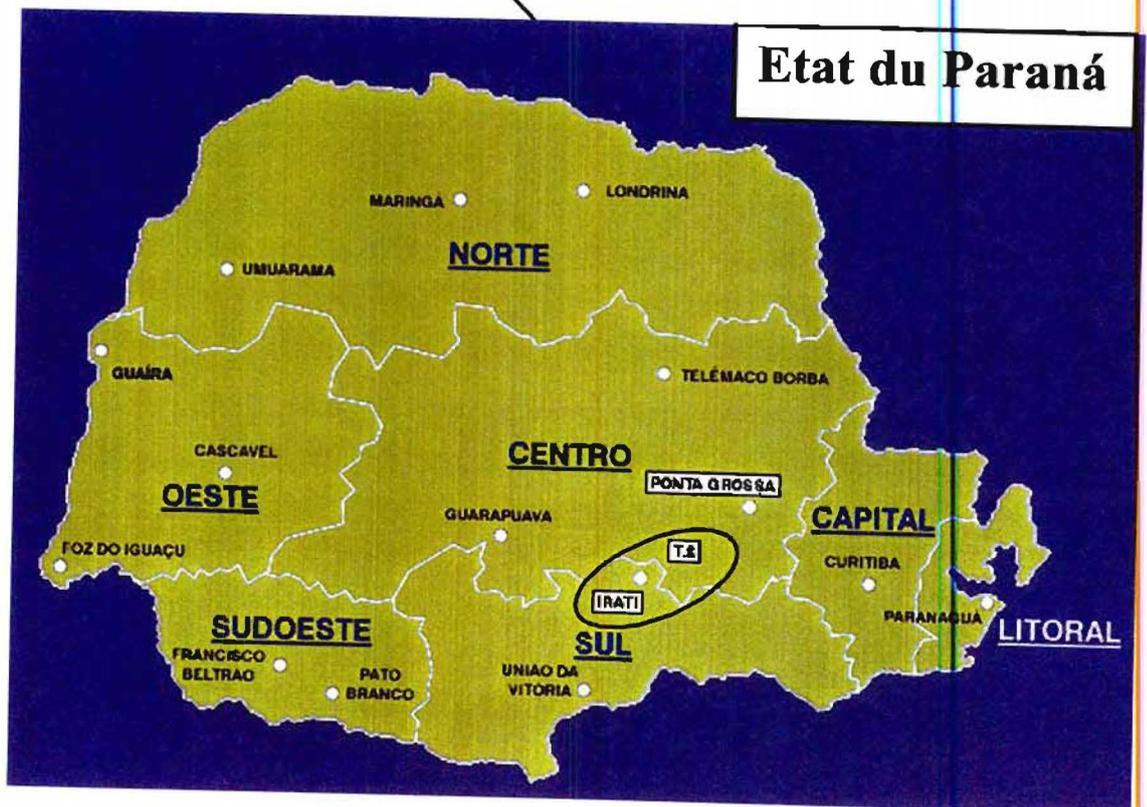
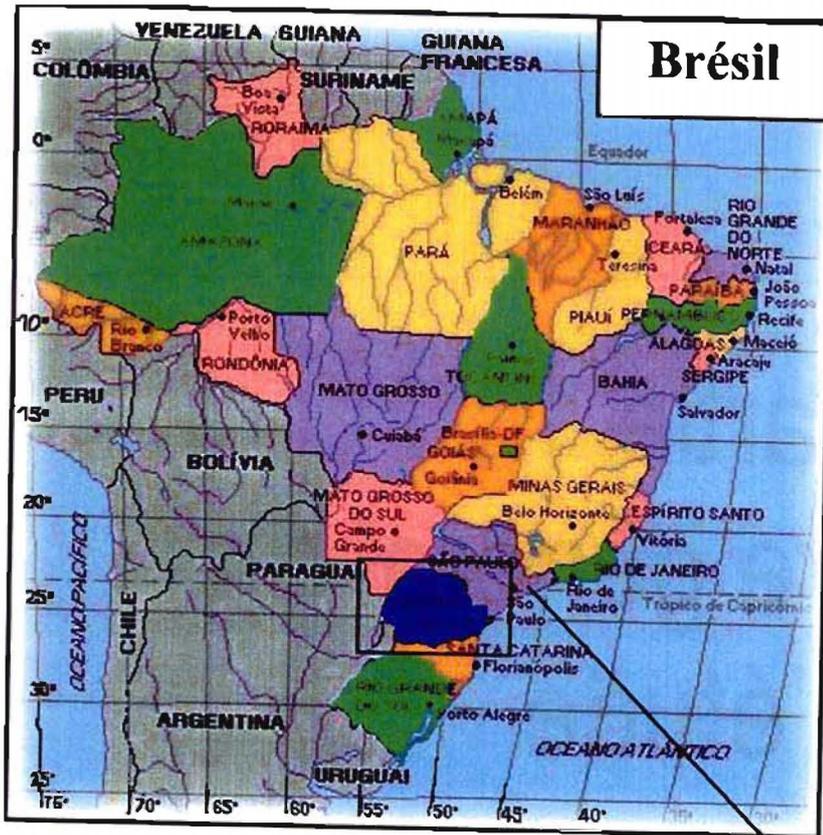
Dans la première partie de ce document nous nous proposons de présenter le cadre général de notre étude ainsi que la démarche et la méthodologie de travail adoptées.

Nous procédons ensuite à l'analyse des interactions entre l'élevage et les SCV, détaillées au sein des différents niveaux d'organisation des systèmes de production en allant jusqu'à l'étude de l'allocation de la biomasse au niveau de la parcelle.

Enfin, nous effectuons un bilan des résultats apportés par ce travail et discutons des perspectives qui nous ont semblées intéressantes dans l'objectif d'améliorer ces systèmes de production intégrant l'élevage laitier et les SCV.

Partie 1 : Le cadre général de l'étude

Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude au Brésil et au Paraná.



1. Problématique

1. LES INSTITUTIONS ET LA DEMANDE

Ce stage de Master « Développement Agricole Tropical » a été réalisé dans le cadre d'une collaboration entre le Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement ; (départements Cultures Annuelles, Elevage et Médecine Vétérinaire) ; et L'IAPAR (Institut d'Agronomie du Paraná - Brésil).

Les deux organismes travaillent ensemble à la mise au point et diffusion de systèmes techniques de production végétale conduits en Semis Direct sur Couverture Végétale, que nous nommerons SCV tout au long de ce mémoire.

L'IAPAR est un institut scientifique d'Etat de recherche agronomique et de diffusion qui a pour objectif de soutenir le développement durable de l'agriculture du Paraná, et notamment l'agriculture familiale, et ce à travers la recherche d'alternatives techniques, leur expérimentation en milieu paysan et la diffusion des innovations chez les producteurs.

L'élaboration de systèmes de culture en SCV et leur diffusion constituent un de leurs axes de recherche prioritaire depuis 1985.

Au Paraná, ces systèmes visent notamment à soutenir le développement agricole chez les producteurs familiaux qui représentent 90% de la totalité des producteurs de l'Etat.

Le programme Gestion des Ecosystèmes Cultivés, appartenant au département Cultures Annuelles du CIRAD travaille sur la mise au point de SCV et les conditions de diffusion en milieu paysan.

En 2001 s'est tenu à Madagascar un séminaire sur les SCV et le thème de l'intégration de l'élevage est apparu particulièrement déterminant dans les mécanismes d'adoption de ces systèmes au sein de systèmes agraires variés.

L'objectif principal du stage est :

- **D'analyser la compatibilité du développement de l'élevage laitier dans les exploitations pratiquant des Systèmes de culture à base de Couverture Végétale.**

Un objectif annexe de ce travail est :

- D'examiner si l'intégration de l'élevage dans ces exploitations peut être un facteur favorable à l'adoption des SCV.

2. LA PROBLEMATIQUE : COMPATIBILITE DU SCV ET DE L'ELEVAGE DANS DES SYSTEMES INTEGRANT AGRICULTURE ET ELEVAGE

Les SCV sont pratiqués par les agriculteurs du Paraná depuis une trentaine d'années. Récemment le développement soutenu de la production laitière est apparu comme une voie de diversification des petites et moyennes exploitations.

Les plantes de couverture ont désormais une nouvelle fonction : celle d'alimenter le troupeau en période hivernale.

a) L'intérêt de l'intégration de l'élevage dans les unités de production familiales :

L'intégration agriculture-élevage est souvent citée comme un des facteurs de durabilité des exploitations familiales tandis que le SCV est un mode de mise en valeur du milieu particulièrement apte à entretenir et même améliorer la fertilité des sols.

Or les expériences passées en matière de diffusion des SCV ont illustré la nécessité de prendre en compte l'élevage dans leur conception et diffusion afin de pouvoir proposer des innovations techniques « adoptables ».

*« Les systèmes les plus performants dans leur milieu intègrent souvent l'agriculture et l'élevage de façon harmonieuse. Mais parfois la compétition entre les deux activités pour la ressource foncière (disparition de la vaine pâture, obligation de clôtures) ou pour la couverture végétale en saison sèche peut constituer un **obstacle à la diffusion des SCV**.*

Or les évolutions vers des élevages plus marchands (lait, viande, jeunes) peuvent constituer des opportunités de meilleure intégration agriculture –élevage à travers l'alimentation du bétail notamment et présenter des situations plus favorables à la diffusion des SCV » (Rollin, 2001).

Le terme « intégration agriculture – élevage » a été utilisé sous sa forme générique pour les systèmes de production dans lesquels coexistent des activités agricoles et d'élevage, avec un minimum d'interface entre elles.

Ce concept générique recouvre diverses acceptions, utilisées par chaque auteur selon ses propres enjeux. Selon notre objet d'étude, nous souhaitons restreindre le terme d'intégration agriculture – élevage à un **système dans lequel on observe une alternance temporaire (rotation) de cultures pour le grain avec des pâturages annuels de graminées ou légumineuses.**

En effet, dans le centre Sud du Paraná, les exploitations familiales les moins capitalisées basent leurs systèmes de production sur les cultures traditionnelles de maïs et haricot. Affectées par la révolution verte, ces exploitations, comme une grande partie des unités de production familiales intégrées au marché ont dû augmenter l'usage en intrants dans leurs systèmes de culture afin de subvenir aux besoins la famille et répondre aux standards de production.

Or ceci entraîne une augmentation des coûts de production à laquelle s'additionne une diminution des prix avec l'ouverture au marché mondial de l'agriculture brésilienne dans son ensemble.

La diversification laitière apparaît ainsi comme une opportunité d'amélioration du revenu de ces exploitations.

Cette situation particulière illustre ainsi la question de l'intégration des activités d'élevage afin d'améliorer les conditions de durabilité au sens large de ces petites unités de production qui ne peuvent réaliser les économies d'échelle rendant les grandes exploitations économiquement viables.

En effet, les systèmes de culture et d'élevage peuvent fonctionner en synergie pour assurer une meilleure stabilité et productivité, nécessaires au maintien de ce type d'exploitations :

- Alimentation des animaux grâce aux produits végétaux de l'exploitation
- Fertilisation des parcelles par les déjections animales
- Diversification des sources de revenu, diminution de la vulnérabilité financière des exploitations

Ainsi, nous entrevoyons les nombreux intérêts procurés par cette intégration, toutefois le problème de la compétition pour l'allocation de la biomasse des plantes de couverture n'en reste pas moins posé et conditionne la reproductibilité de tels systèmes.

b) Compatibilité des SCV et de l'élevage

Les plantes de couverture sont l'élément de conditionnalité essentiel des SCV et nous nous demandons alors quel est le degré de compatibilité de l'élevage et des SCV. Nous soulignons plus précisément la compétition engagée entre la fonction première de couverture du sol et celle plus récente, de plante fourragère pâturée que lui allouent aujourd'hui les éleveurs laitiers.

Quels sont les impacts de la diversification des systèmes de production aux activités d'élevage laitier quant à la mise en œuvre des SCV désormais replacés dans un nouveau contexte, doté d'objectifs dont on peut se demander s'ils ne sont pas antagonistes ?

Les exploitations familiales de la région d'étude pratiquaient déjà l'élevage laitier à une petite échelle, avant qu'il ne soit tourné vers le marché, mais dans ces systèmes où la pression des animaux est faible, Rachou (1997) notait déjà la compétition pour l'allocation de la biomasse des plantes de couverture : *« Dans le cas des petites exploitations, les animaux sont en grande partie alimentés par les cultures produites sur place. C'est ainsi que certains agriculteurs donnent une partie de la masse verte produite pour enrichir et protéger les sols aux animaux de la ferme (bovins en particulier). Parfois une partie des tiges de maïs sont aussi collectées pour un usage similaire. Cette pratique peut apparaître comme un élément négatif par rapport à la technique du semis direct mais peut aussi considérée comme un facteur incitant l'agriculteur à produire des cultures de couverture vivante. »*

Dans ce travail nous allons donc nous attacher à l'analyse fine des pratiques des agriculteurs-éleveurs en matière **d'allocation de la biomasse des plantes de couverture** et plus globalement à comprendre les rationalités qui déterminent les choix techniques effectués dans la conduite des systèmes de culture et d'élevage afin de maintenir les SCV et produire du lait.

Dans une optique méthodologique systémique nous attirons l'attention sur le fait que **les choix techniques effectués dans la gestion des systèmes techniques de production s'élaborent à une échelle d'organisation supérieure et englobante : le système de production.**

En effet, la compétition des animaux avec les SCV se manifeste a priori particulièrement pendant la période hivernale (pâturage des plantes de couverture), or le mode d'alimentation mis en place en hiver s'intègre dans un système d'alimentation qui s'organise sur un pas de temps plus vaste : il comporte des mécanismes de régulation annuels.

Ainsi la réflexion que nous développerons dans ce travail doit s'inscrire dans un cadre d'étude plus large et envisager les conditions globales d'intégration de l'agriculture et d'élevage car certaines interactions mises en lumière ne sont pas particulièrement spécifiques des SCV, qu'elles soient favorables ou non à son adoption.

Figure 2 : Présentation de la zone d'étude.

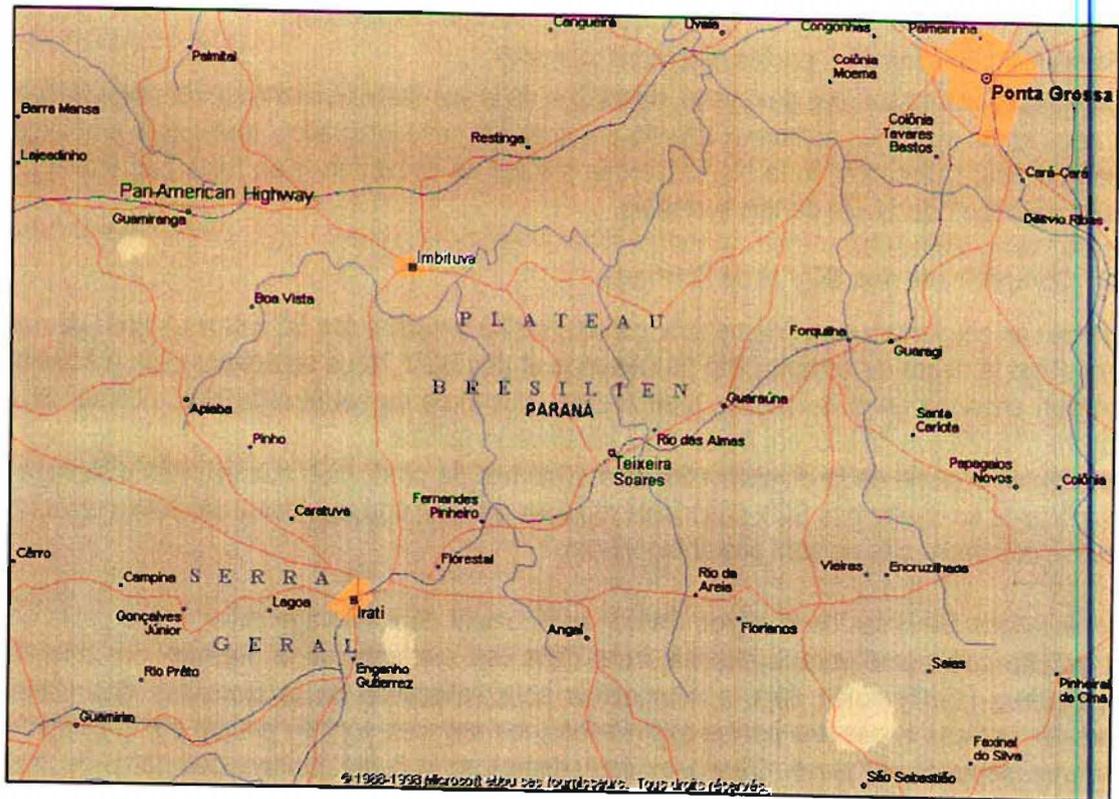


Figure 3 : Géomorphologie de l'Etat du Paraná (Maack, 1968)



II. Le contexte géographique

L'Etat méridional du Paraná s'étend de part et d'autre du tropique du Capricorne qui délimite un climat tropical au Nord et subtropical au Sud. Curitiba, située sur la côte est la capitale de cet état qui est limitrophe de l'Argentine au Sud et du Paraguay à l'Ouest.

Le Paraná couvre environ la moitié de la superficie de la France soit 199 632 km² pour une population de plus de 8 millions d'habitants (Micos, 1999). La production agricole y est particulièrement dynamique et soutenue par les exportations grâce au port de Paranagua et à un réseau de transport efficace : un axe routier international (liaison avec l'Argentine et le Paraguay) traverse l'Etat du nord au sud.

1. DES RELIEFS ONDULES

La **géomorphologie du Paraná** peut être segmentée en cinq unités qui sont d'Est en Ouest, la bande littorale plane, surplombée par une chaîne montagneuse étroite et culminant à 1900 m environ (Pico Paraná dans la Serra do Mar) puis les premier, deuxième et troisième plateaux aux déclivités décroissantes vers l'Ouest (**figure 3**).

Ainsi, on constate que pratiquement toutes les unités hydrographiques se déversent dans le Rio Paraná situé à l'extrémité Ouest de l'Etat.

L'Etat du Paraná présente de par sa formation géologique une prédominance de reliefs fortement ondulés avec une pente moyenne de 9 % dans les zones cultivées (Rachou, 1997) avec des risques d'érosion d'où l'intérêt des SCV sur ces zones où certains auteurs signalent d'importantes pertes en eau et en sol (Fatima Dos Santos Ribeiro et al, 2000). Les surfaces planes sont quasi inexistantes à l'exception des surfaces réduites le long des cours d'eau.

- **Notre étude se déroule dans la région montagneuse du Centre Sud de l'état du Paraná, dans la zone sud du 2^{ème} plateau, au sein du municépe d'Irati (villages de Teixeira Soares et Irati : figures 1 et 2)** Cette zone présente une forte concentration de petites propriétés qui occupent des sols d'origine sédimentaire. Le relief est légèrement ondulé (21% de la superficie), ondulé (51%) et fortement ondulé (19%).
- Les communes d'Irati et de Teixeira Soares présentent une topographie totalement différente. En effet, la commune de Teixeira Soares appartient à la zone plane des *campos gerais* qui s'étendent au sud de Ponta Grossa. Au sud-ouest de Teixeira Soares, lorsque nous approchons de la commune d'Irati, la topographie devient beaucoup plus accidentée et nous entrons vraiment dans le Centre-sud de l'Etat réputé pour son relief très vallonné.

Modes de mise en valeur du territoire

- A Irati en particulier, les diverses utilisations du territoire sont calquées sur les unités topographiques : le sommet des collines est occupée par les cultures, ainsi que les versants (où le temps de jachère est plus long à cause d'une plus forte susceptibilité à l'érosion) et les vallées sont occupées par l'habitat, l'élevage et les bois.
- Ce zonage des activités nous amène à critiquer l'emplacement des cultures, situées dans la zone la plus défavorable du point de vue de la topographie et de l'éloignement par rapport aux habitations. Or dans cette logique d'utilisation du territoire, les agriculteurs privilégient le facteur de fertilité chimique des sols.

2. UNE GRANDE VARIABILITE DE LA COUVERTURE PEDOLOGIQUE ET UNE FERTILITE TRES LIMITEE

Les sols formés sur des roches sédimentaires de type grès et à structure litée sont de type peu à moyennement différenciés (Ruellan et Dosso).

Ils présentent globalement des niveaux de fertilité faibles, notamment une faible disponibilité en phosphore, calcium et magnésium et des teneurs en aluminium échangeable moyennes à élevées.

Les zones basses sont les plus riches en aluminium et l'accumulation de la matière organique dans les zones planes renforce le pouvoir tampon des sols (cas répandu à Teixeira Soares).

Ceci entraîne des phénomènes de toxicité aluminique qui empêchent l'adsorption de cations sur le complexe argilo-humique saturé en ions aluminium. Cette acidité des sols contraint les agriculteurs à chauler leurs parcelles régulièrement et particulièrement avant d'effectuer le SCV.

Si on les compare aux sols du nord de l'Etat riches en argile (de type non gonflante : kaolinite) ces sols ont des textures moins argileuses et plus sableuses ce qui les rend plus sensibles aux problèmes d'érosion mais beaucoup moins exposés aux problèmes de compaction¹ des sols fréquemment observés au Nord du Paraná.

Sur le terrain nous avons pu constater une variabilité très importante de la couverture pédologique le long de la toposéquence (après une pluie, il est possible de remarquer les différences quant au ressuyage des sols et les zones plus argileuses apparaissent nettement). Ainsi, le producteur ne peut adapter ses pratiques au type de sol lorsque cette variabilité intervient sur une même parcelle.

Etant donné la faible aptitude des sols situées dans ces zones plus ou moins accidentées, il n'est pas inintéressant d'examiner quelques unes de leurs caractéristiques plus en détail.

De façon générale les sols s'organisent néanmoins comme suit le long de la toposéquence :

- Les **cambisols** (WRB)² de type **moyennement différencié comportant un horizon S** (Ruellan et Dosso) dominant dans les zones où le **relief est peu ondulé** (valloné). Ils sont associés aux lithosols et aux affleurements de roche dans les zones où le relief est accidenté ; et dans les fonds de vallées sur des topographie pentues ils s'associent aux podzols « vermelho-escuro » (rouge sombre). Leurs caractéristiques sont assez variables en termes de profondeur (0,5 à 2 m), saturation en bases, texture (fraction sableuse ou argileuse prédominante) et drainage (Olmos, 1983)³. Ils sont plus profonds que les lithosols donc plus facilement moto-mécanisables. Ceci peut entraîner une compaction ce qui les rend plus sensibles à l'érosion par diminution de leur perméabilité. On rencontre parfois sur les sols érodés l'horizon B exposé en surface mais la situation est moins grave que pour les lithosols en termes de productivité.
- Les **lithosols** (WRB) sont de **type peu différenciés** (Ruellan et Dosso) se trouvent généralement sur les **unités topographiques accidentées**, sur des reliefs très pentus, à montagneux, associés parfois à des roches affleurantes. Ils ne peuvent donc être cultivés en moto mécanisation. Ce sont des sols jeunes, peu développés et de faible épaisseur. Le long du profil on observe la succession des horizons A en contact avec la roche, séparés éventuellement par un mince horizon d'altération de la roche (C). Leur situation dans la topographie les expose particulièrement à l'érosion qui parvient parfois à éliminer totalement

¹ Diminution de la macroporosité due à une pression exercée sur le sol : diminution de la capillarité, de l'infiltration et de la croissance racinaire. Terme déjà utilisé dans le mémoire de Palmans et Van Houdt (1998).

² Succession d'horizons : A – S – C – R.

³ Cité par Merten (1994.)

Figure 4 : Diagramme ombrothermique des données météorologiques des années 1998 à 2000, Ponta Grossa, IAPAR.

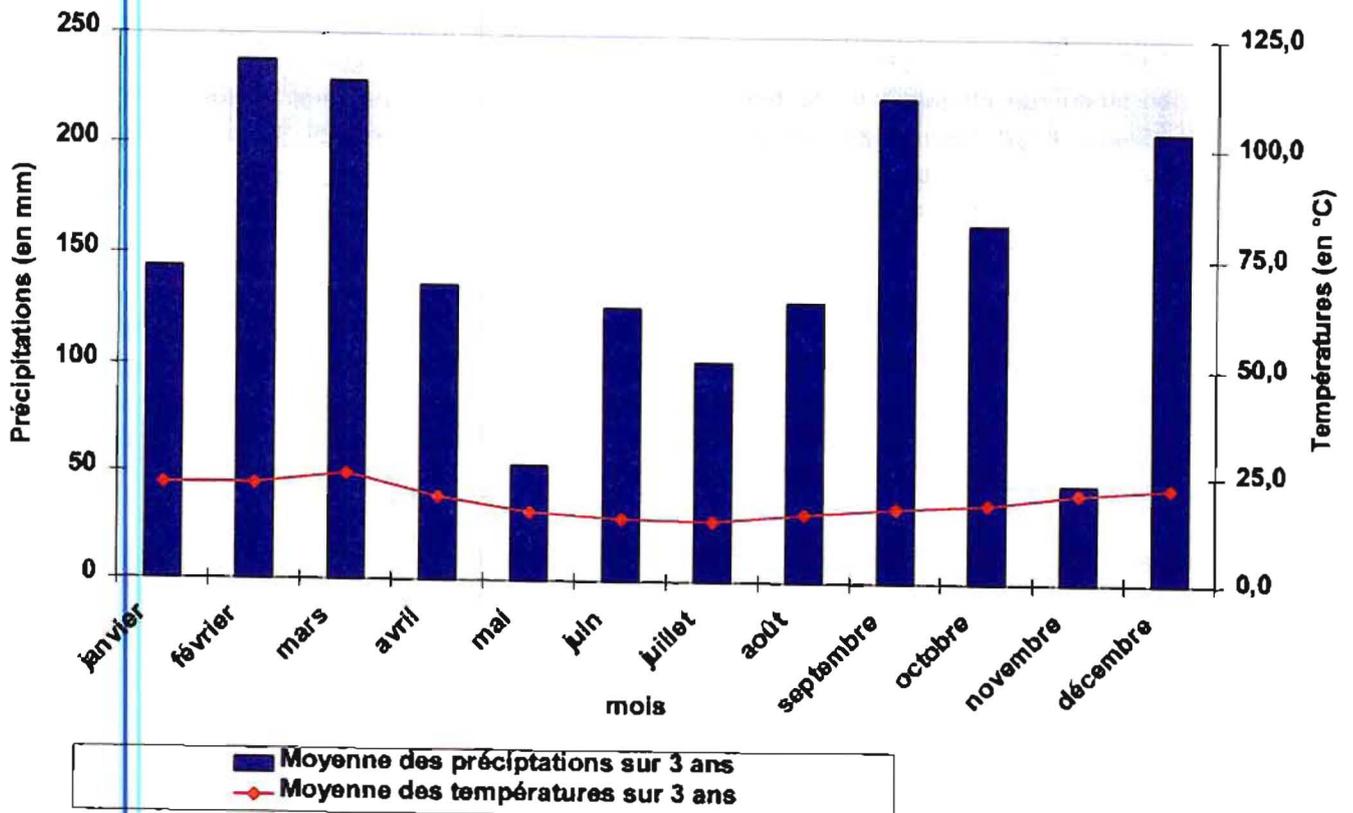
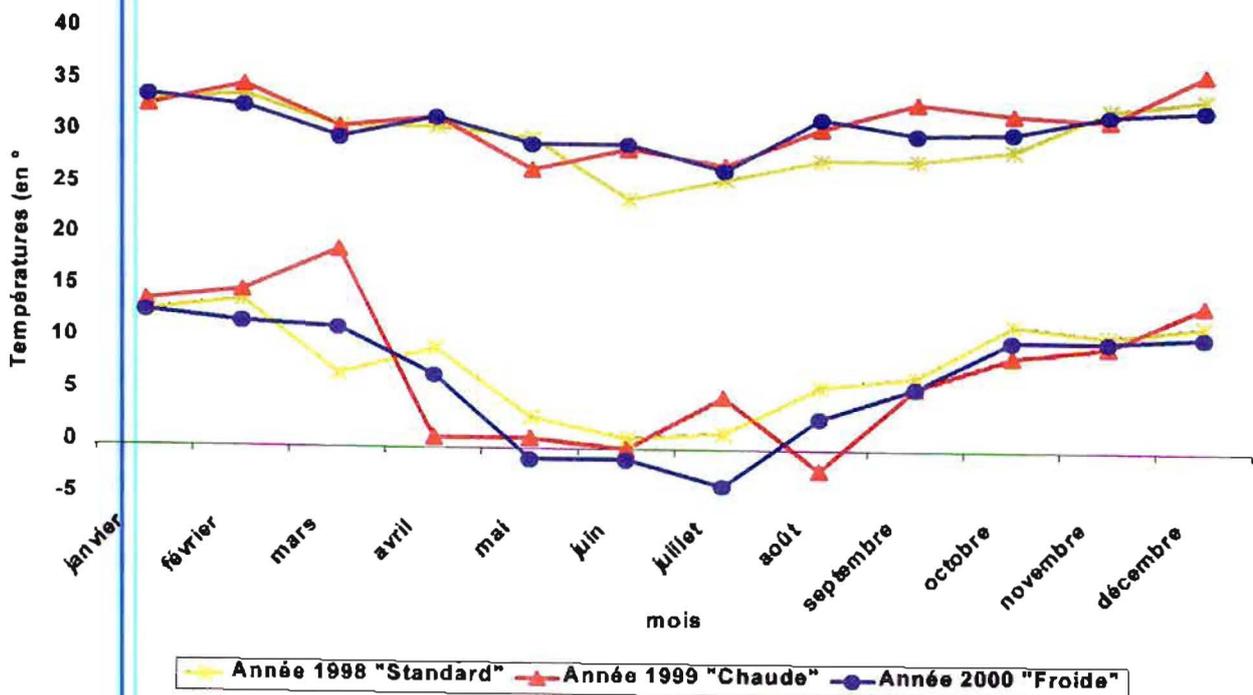


Figure 5 : Amplitudes thermiques des années 1998 à 2000, Ponta Grossa, IAPAR.



l'horizon A. Le contact direct du sol avec la roche non altérée, en diminuant la perméabilité favorise encore l'érosion, d'autant plus que ce contact est proche de la surface. La capacité au champ des sols est vite saturée, ce qui favorise une érosion par départ en masse et une perte en colloïdes et bases à travers le ruissellement latéral sous terrain. Ces sols sont peu structurés, contiennent des grains de sable libres, et ne résistent pas à l'impact désagrégeant des gouttes de pluie. Leur texture est plutôt sableuse avec une teneur en argile variable voire en limon. La présence d'une fraction limoneuse favorise la formation d'une « croûte de battance » qui favorise diminuent l'infiltration des pluies et rend difficile l'émergence des plantules. Il n'est pas rare d'observer des textures caillouteuses, ce qui réduit d'autant le volume de sols exploré par les racines des cultures. Ces sols sont généralement moins acides que les cambisols.

- Il existe deux types de **sols très différenciés lessivés** (*podzolicos* :rouge-jaune, rouge-sombre⁴) caractérisés par un **horizon B textural** dont la fraction argileuse est supérieure à l'horizon A, ce qui les rend particulièrement susceptibles à l'érosion. Il n'est pas rare d'observer des ravines d'érosion lors de leur mise en valeur agricole. Ils possèdent des teneurs élevés en aluminium échangeables ce qui constitue leur majeure limitation en terme de fertilité car ils sont généralement plus profonds que les cambisols.

Bilan des aptitudes agricoles des sols

Les sols de Teixeira Soares sont majoritairement de type cambisols et podzols et de type lithosols associés à des cambisols dans les zones peu pentues à Irati ; en relation le gradient de topographie déjà évoqué pour ces deux zones. Les cambisols et les podzols présentent de meilleures aptitudes agricoles de par leurs caractéristiques physiques mais nécessitent des amendements calcaire importants. Les lithosols pour être peu profonds et présentant parfois des affleurements rocheux sont particulièrement difficiles à cultiver en mode mécanisé.

L'ensemble de la couverture pédologique de notre zone d'étude présente une grande susceptibilité à l'érosion. La teneur élevée des sols en aluminium limite le développement racinaire des plantes et affecte ainsi leur alimentation hydrique⁵.

3. UN CLIMAT SUB TROPICAL

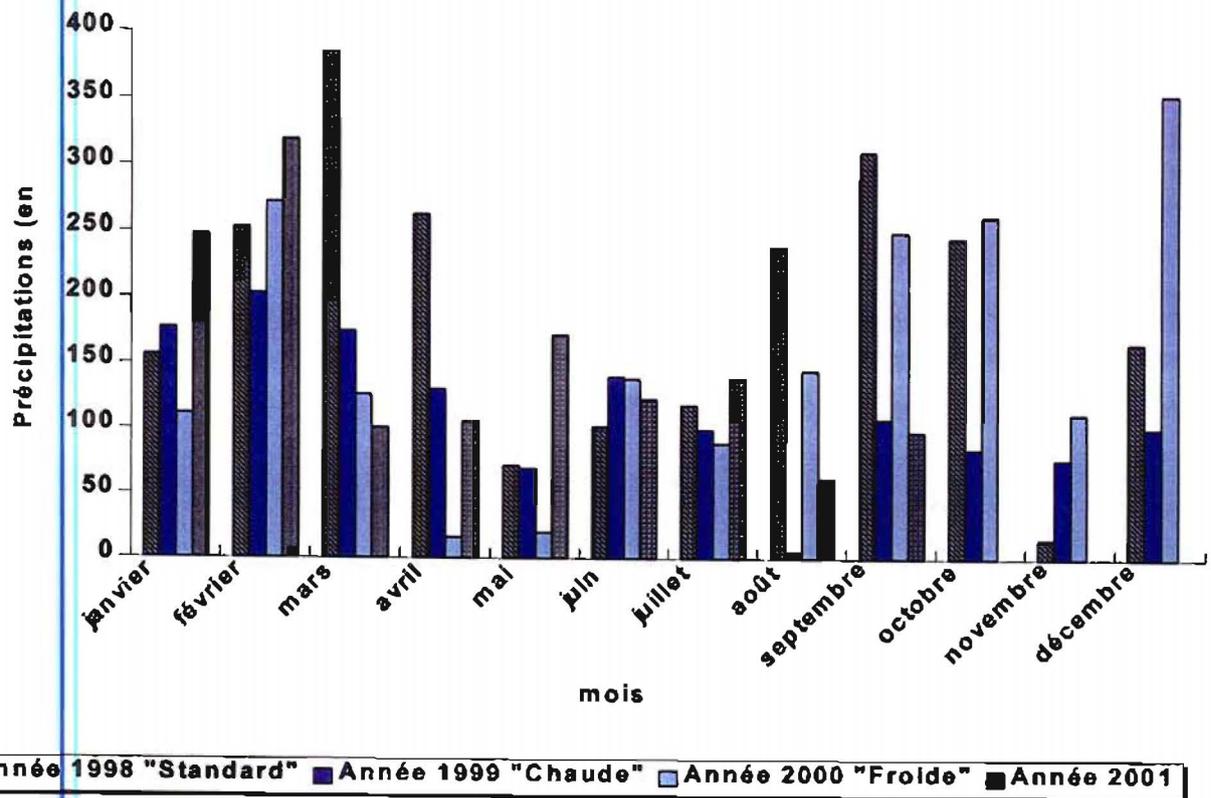
Le climat est défini selon la classification de Koeppen en Cfb : climat subtropical mésothermique humide avec des mois d'été froids et de sévères gelées. La **figure 4** illustre la moyenne mensuelle des précipitations et des températures pour la période 1998 à 2000.

- Les **températures annuelles sont inférieures à 22 °C pour les mois les plus chauds** (étés frais) et **inférieures à 18°C durant les mois d'hiver** (les mois les plus froids sont juin, juillet et août).
- Parmi les **facteurs climatiques, la température est le plus limitant**, et de **sévères gelées** surviennent entre les mois d'avril à septembre à **raison de 17 à 20 jours par an** ce qui interdit la culture du café, largement répandu dans le Nord de l'Etat et **limite les possibilité de semis précoce** qui sont en semis conventionnel une stratégie visant à couvrir les sols avant l'arrivée des pluies érosives.
- Il n'y a pas de saison sèche marquée et la **pluviométrie moyenne mensuelle n'est jamais inférieure à 80 mm durant les mois les plus secs** (juillet août). Ceci permet deux saisons

⁴ Les sols très différenciés de type rouge-sombre constituent des sols de transition entre les cambisols et les sols très différenciés rouge-jaune.

⁵ Particulièrement pour le haricot qui est très sensible aux sécheresses notamment de par la courte durée de son cycle.

Figure 6 : Variabilité des précipitations intra et inter annuelles de 1998 à 2001, Ponta Grossa, IAPAR



de cultures par an. Les précipitations annuelles totales se situent entre 1300 et 1800 mm et sont bien distribuées mais il y a des risques de mini-sécheresse appelées « veranico » durant les mois de novembre et décembre (20% de risques de sécheresse de 5 jours)⁶. Cette époque correspond avec la floraison du haricot qui est ainsi particulièrement sensible.

Nous attirons l'attention sur le fait qu'il existe une **variabilité importante du climat entre les années**, qui se traduit par une exposition accrue des agriculteurs au risque climatique.

Pour exemple, les **figures 5 et 6** indiquent respectivement les températures extrêmes enregistrées sur ces 3 années particulières car l'année 1998 représente une année standard (bien qu'exceptionnellement pluvieuse en mars) tandis que l'année 1999 a été une année chaude et peu pluvieuse et l'année 2000 une année froide et durant laquelle les pluies ont été irrégulièrement réparties.

En effet en 2000, les mois d'avril et mai ont été très secs et froids (occurrence de gelées) ce qui a pénalisé la croissance des plantes de couverture et les mois suivants ont été très pluvieux avec peu de jours sans pluie ce qui a rendu le pâturage difficile⁷.

De façon générale, nous soulignons que le mois de septembre marque le retour des pluies après un hiver qui est la période la moins pluvieuse de l'année. Aux premières pluies qui correspondent aux premiers semis, les sols sont donc plutôt secs et l'on assiste à un ruissellement superficiel important et à l'origine d'une érosion visible sur les parcelles où les semis peuvent être « emportés ». Les gelées surviennent sur une période de 6 mois dans l'année, ce qui réduit d'autant plus la marge de sécurité des producteurs pour le choix de la date de semis des cultures. Ceux-ci prennent soin d'éviter les semis précoces et ne cultivent généralement qu'un seul cycle de cultures dans l'année.

⁶ Moyennes de 1954 à 1990 à Ponta Grossa et 1963 à 1990 à Teixeira Soares.

⁷ Il serait utile d'examiner des séries de 5 jours ou moins pour rendre compte de ces effets.

III. La dynamique agraire récente et les facteurs de développement de la production laitière

1. LA SITUATION ACTUELLE DE L'AGRICULTURE

Tout d'abord il est important de souligner que le Paraná est un état de colonisation très récente : entre 1920 et 1965 la densité démographique est multipliée par 8.5, soit en 45 ans seulement. La colonisation de cet Etat s'est réalisée à un rythme plus rapide que l'Etat de Sao Paulo qui a connu la même augmentation de population en 60 ans. La première cause de cette forte croissance a été la colonisation de terres pratiquement inoccupées jusqu'alors.

a) L'agriculture au Parana :

L'occupation agricole des sols a subi de profondes transformations ces dernières décennies. Il subsiste aujourd'hui moins de 5% de forêts, essentiellement à base d'*Araucaria angustifolia*. La déforestation pratiquée par les colons arrivés sur les nouvelles terres a été largement accentuée par l'explosion des cultures de blé et de soja, dont les surfaces furent multipliées par 10 entre 1967 et 1977 (Rachou, 1997).

Le Paraná fait partie des Etats où la production agricole est la plus intensifiée et intensifiable. En effet, les précipitations ne sont pas limitantes et les investissements en intrants sont importants dans les grandes « fazendas » (exploitations agricoles) du Nord de l'état.

Cet état représente moins de 3% de la superficie totale du Brésil, mais les surfaces cultivées s'élevaient à 7 millions d'ha (70 000 km²) en 1983 couvrant ainsi plus du tiers de. En 1999, la production s'élevait à plus de 70% du blé national, 20% du maïs, soja et haricot et 10% de la production porcine (Micos, 1999).

Les unités de production de moins de 20 ha occupent 50% des terres agricoles et la traction animale est utilisée par 55% des exploitations de l'Etat en 1980 (Rachou, 1997).

b) Une situation agricole très contrastée

La situation est très contrastée que ce soit en termes de surface cultivée et d'équipements au sein de chaque exploitation.

L'IAPAR a établi une typologie des producteurs du Paraná basée sur le recensement de l'IBGE (datant de 1980) en prenant comme critères de discrimination les caractéristiques socio-économiques des exploitations, analysées selon un modèle factoriel. Parmi les 33 variables analysées figurent : la source de la main d'œuvre (familiale/salariée), la vente de la force de travail, la destination des productions (autoconsommation/vente), le capital. L'IAPAR a défini 14 régions socio-économiquement homogènes (mésorégions) qui ont été regroupées en trois grands ensembles (dont l'homogénéité est à relativiser) par Chang et Seraia (1989) :

- **La zone Ouest et Nord de l'état**, sur sols basaltiques (forte potentialité agricole) est richement pourvue en capital et en main d'œuvre. Cette zone comprend l'aire la plus productive du Paraná (*Ceinture verte*) qui occupe la majorité des agriculteurs de l'Etat, et de la main d'œuvre. Le travail y est **couramment motomécanisé**. D'après Rachou (1997), cette région jugée la plus productive et développée **participe pour plus de 70 % à la valeur des produits agricoles du Paraná** et concentre plus de **70% de l'effectif des troupeaux**. La colonisation de cette partie du Paraná y est la plus récente, il s'agit majoritairement d'**italiens**.

Figure 7 : L'évolution agraire des unités de production de Teixeira Soares et d'Irati

Epoque	Fin XIXème et début XXème	Années 1970-1980	Années 1980-1990	Années 1990
Environnement institutionnel		<ul style="list-style-type: none"> 1977 : Loi fédérale d'interdiction de coupe de bois 1975 : Programme « Paraná rural » : réalisation d'ouvrages anti-érosifs (aménagement de barrières végétales en courbes de niveaux) Développement de l'agriculture industrielle impulsé par Etat brésilien 	<ul style="list-style-type: none"> Travail de recherche-développement sur les SCV : Promotion et mise au point de matériel et de références techniques sur les SCV d'abord chez grands producteurs mécanisés puis agriculture familiale et en traction animale 1991 : Création du MERCOSUL 	<ul style="list-style-type: none"> 1995 : Création du PRONAF
Evénements clés	<ul style="list-style-type: none"> Arrivée des colons polonais et ukrainiens (1890-1910) Colonisation sur les chemins de transport des animaux depuis le RS jusqu'à Sao Paulo 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la pression démographique Apparition des phénomènes d'érosion 		<ul style="list-style-type: none"> Installation de nombreuses unités de traitement et de transformation du lait
Modes de mises en valeur du milieu	<ul style="list-style-type: none"> Défriche puis brûlis de la mata araucaria Introduction de la pratique de labour, brûlis des résidus et de la jachère (culture agraire des immigrants) 	<ul style="list-style-type: none"> Abandon de la jachère Utilisation des intrants et fertilisation chimique Modernisation de l'agriculture Introduction du SCV dans le Nord de l'état dans les grandes exploitations mécanisées Introduction d'engrais verts dans les SC, préconisation de la rotation de culture (maïs) 		<ul style="list-style-type: none"> Introduction de la production laitière et remise en question des SCV ? Diversification des plantes de couverture sélectionnées pour leur intérêt fourager (très peu de légumineuses) Diffusion de l'usage du scarificateur (Crainte de la compaction due au pâturage)
Systèmes de production	<ul style="list-style-type: none"> Systèmes de production de subsistance (porcs, vaches laitières, maïs, haricot) Exploitation des ressources naturelles (élevage extensif sur prairies natives, forêt d'araucaria, cueillette de l'erva-mate sylvestre) 	<ul style="list-style-type: none"> Monoculture soja et blé au Nord de l'état Systèmes de production diversifiés (maïs grain et haricot et tabac) 	<ul style="list-style-type: none"> Abandon de la culture de blé 	<ul style="list-style-type: none"> Les systèmes de culture incluent productions végétales à destination des animaux

- **La zone Est littorale** et très peu étendue est la moins productive de l'état. Les investissements en capital y sont faibles, le travail exclusivement manuel et le nombre d'**agriculteurs en déclin**.
- **La zone centrale** et la plus étendue, **englobe notre terrain de stage**. Elle se trouve dans une situation intermédiaire en termes de dotations en ressources et de capacités de production. C'est l'aire du développement privilégié de la traction animale. Elle concerne 35% des exploitations, recouvre 45% de la surface totale, emploie 27% de la main d'œuvre active, détient 25% du bétail **mais produit seulement 25 % de la valeur agricole**.

2. L'EVOLUTION AGRAIRE DE LA REGION D'ETUDE

La **figure 7** illustre la chronologie des grands événements ayant marqué l'évolution agraire de la zone d'étude.

a) L'histoire agraire de la région d'étude

Les premiers arrivants dans la région se sont installés sur les terres les plus favorables à l'activité agricole, notamment sur le municipe de Teixeira Soares à cause de la relative qualité de ses terres, assez planes et portant des sols de type cambisols et podzols.

Jusqu'à une période récente (début des années 90), les producteurs ne cultivaient que pendant la période d'été (maïs, haricot, tabac, soja) sauf les plus capitalisés qui semaient le blé d'hiver⁸.

Ainsi la majorité des agriculteurs laissaient-ils leurs terres en **jachère hivernale** et les résidus de culture ainsi que la végétation spontanée étaient-ils **brûlés** avant de procéder au prochain semis.

Cette technique a semble l'il été importée par les immigrants européens (majorité d'Ukrainiens et de Polonais dans notre zone), pour lesquels il ne fallait pas que la terre soit « sale » et qui craignaient également que les résidus de culture ne transmettent des maladies à la culture suivante.

Or dans les conditions édapho-climatiques du Centre Sud du Paraná totalement différentes d'Europe, ces techniques se sont avérées **très érosives**.

Ces premiers arrivants ont acquis leur droit de propriété par défriche de *la Mata Araucaria*, puis ont revendu leurs terres à une majorité d'investisseurs capitalisés venus de la ville pour spéculer dans les cultures commerciales de soja et de blé. Grâce à l'avantage comparatif des terres de Teixeira Soares par rapport à Irati et à leur prix supérieur, les revendeurs sont allés s'installer à Irati sur des propriétés deux fois plus grandes pour le même prix.

C'est ainsi que l'on a assisté à une **nouvelle migration des paysans** depuis la zone plane des « *Campos Gerais* » au Sud de Ponta Grossa vers la **zone accidentée d'Irati** et plus largement du centre Sud du Paraná.

Cet événement a provoqué une restructuration foncière des exploitations agricoles de Teixeira Soares car elles se sont agrandies par accumulation de rachats effectués auprès de plusieurs petits propriétaires. **Les nouveaux propriétaires ont développé à Teixeira Soares une agriculture mécanisée et fortement intégrée au marché.**

A partir de cette époque, que nous situons au début des années 70 il est possible de distinguer l'évolution agraire des systèmes de production de Teixeira Soares et d'Irati. Jusqu'à cette époque les systèmes de production des deux communes sont basés sur les cultures de maïs et de haricot et sur

⁸ La diminution des surfaces cultivées en blé est due à l'ouverture du marché brésilien et à l'occurrence de maladies fongiques et de parasites.

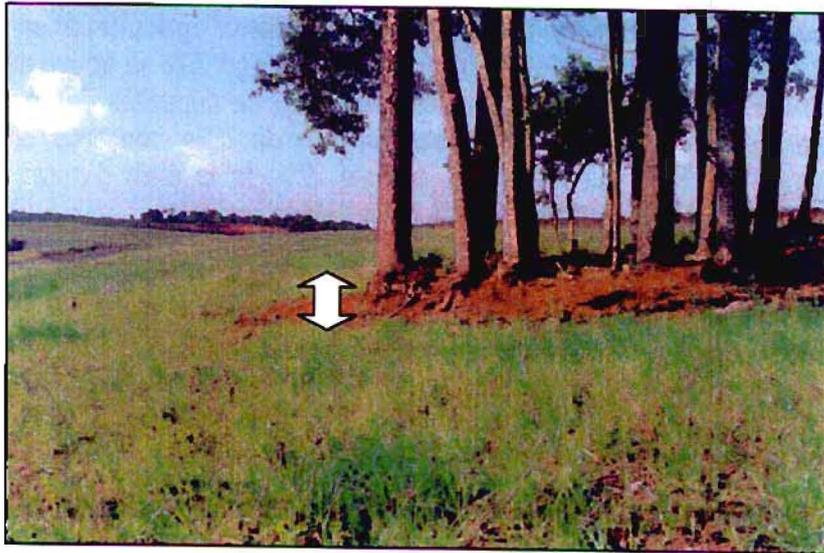
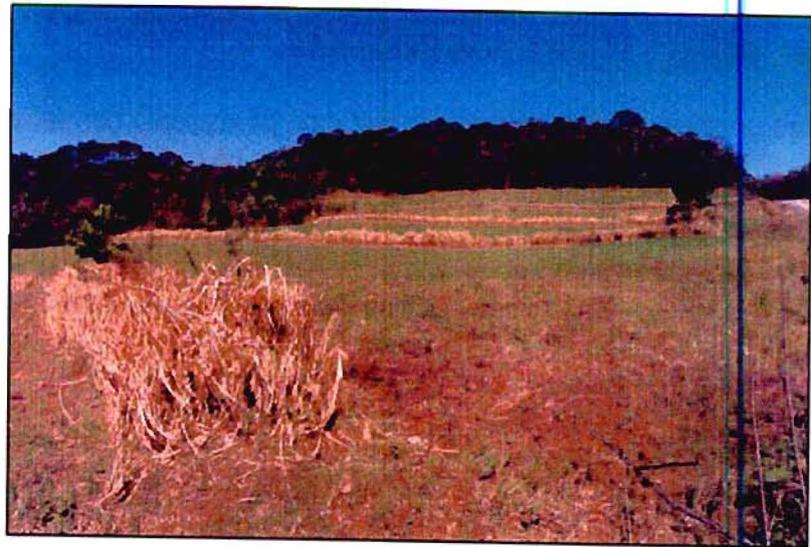


Photo 1 : La flèche ci-contre représente la perte de sol d'environ 30 cm rencontrée sur des types de sol sablo-argileux.

Photo 2 : Herbe éléphant (*Pennisetum purpureum*) sur cordons anti-érosifs disposés sur courbes de niveau. L'herbe éléphant est coupée quotidiennement et profite de la fertilisation de chaque parcelle. Les fortes gelées du mois de juillet vont obliger le producteur à la repiquer pour l'année prochaine.



l'élevage de porcs, vaches et volaille et ont pour principale fonction la satisfaction des besoins de la famille.

A Irati, la culture du tabac s'est fortement développée comme dans toute la zone accidentée située au sud vers la frontière avec l'Etat de Santa Catarina et qui est une des zones les moins capitalisées du Paraná si ce n'est la plus pauvre. Il s'agit d'une production très exigeante en main d'œuvre, si bien que la surface maximale cultivée par actif est faible. Elle correspond ainsi à une bonne valorisation de la main d'œuvre familiale et à ses ressources foncières limitées. Un certain nombre de producteurs ont depuis arrêté de cultiver du tabac comme nous avons pu le vérifier dans notre échantillon mais la trace de cette culture subsiste encore dans le paysage sous la forme des bâtiments de séchage construits par chacun.

Mais il faut rappeler qu'Irati était avant tout la ville des producteurs de haricot qui constituait en effet la principale production de rente de ces exploitations même si elles cultivaient une majorité de surfaces en maïs, destiné à nourrir l'élevage de subsistance présent sur la ferme.

Toutes les exploitations ont une tradition d'élevage laitier de par leur origine. La conduite du troupeau est généralement une tâche féminine et dans ce système les vaches sont nourries à partir de la production fourragère des prairies natives (défriche de la *Mata Araucaria* jusqu'à ce que la loi de 1977 leur interdise de défricher plus).

A Teixeira Soares, les exploitations capitalisées développent la culture de soja en rotation avec du blé en hiver. Les deux cultures sont installées avec les mêmes outils mais les résultats de cette intensification de l'usage de la terre entraînent bientôt de très sérieux problèmes d'érosion dus à la pulvérisation des agrégats par le travail répété aux outils à disques⁹. Tout comme les producteurs du Nord Paraná, ces producteurs adoptent le SCV pour rendre leur activité durable. Mais ils apprécient également beaucoup les SCV à cause de la simplification des travaux de préparation des semis et donc d'une meilleure flexibilité du travail et enfin de l'économie en matériel et carburant.

A Irati, les SCV sont adoptés plus tard d'une part par manque de matériel adapté à la traction animale majoritaire dans la région à cette époque et d'autre part à cause des modalités de mise en œuvre particulières que supposent la structure et le fonctionnement des exploitations familiales. Le SCV suppose au minimum l'achat d'un semoir spécifique et nous connaissons les difficultés de ces exploitations pour effectuer des investissements. Mais cette catégorie d'exploitations y voit aussi l'avantage de la diminution de la pénibilité des travaux ce qui stimule leur adoption. Après 2 ou 3 années de pratique les producteurs remarquent aussi une augmentation de leur rendement, particulièrement en maïs, ce qui favorise la diffusion entre exploitations.

A partir des années 90 apparaît la diversification laitière, d'abord dans les exploitations de Teixeira Soares puis à Irati. En effet, des industries de transformation du lait créent une opportunité de spéculation supplémentaire et les premiers investissent rapidement tandis que les producteurs d'Irati sont dans l'impossibilité d'investir jusqu'à la création des crédits proposés par le PRONAF depuis 1995.

Le mode d'organisation de l'élevage laitier tel qu'on le trouve aujourd'hui est totalement différent de l'élevage de subsistance puisque l'alimentation repose sur des prairies annuelles semées en dérobée, après l'accomplissement du cycle des cultures d'été.

Afin de connaître les facteurs économiques de la durabilité de l'activité laitière très récente chez les producteurs d'Irati il n'est pas inutile d'apporter quelques éclairages sur le contexte de cette activité.

⁹ Les agriculteurs effectuent un passage de déchaumeuse suivi de deux passages de pulvérisateur avant le semis.

Tableau 1 : Industries laitières installées dans la Région d'Irati dans le projet LAIT-SUD, 2001.

<i>Industries laitières</i>	<i>Communes</i>	<i>Producteurs de lait</i>		<i>Lait collecté litres/jour</i>		<i>Capacité litres/jour</i>
		1999	2000	1999	2000	
<i>Anila</i>	Fern. Pinheiro	33	192	4 005	14 555	30 000
<i>São Miguel</i>	Irati	57	64	6 090	8 500	20 000
<i>Coop. Lactisul</i>	Irati	85	80	7 135	9 000	21 000
<i>Rebouças</i>	Rebouças	57	274	3 500	11 600	20 000
<i>Concordia</i>	Imbituva	8	7	600	300	600
<i>Batavo</i>	Carambei	4	6	2 400	4 700	---
<i>APL Mallet</i>	Mallet	1	1	200	200	200
<i>Coop. CLAC</i>	União da vitoria	470	390	33 900	38 000	80 000
<i>Amazonas</i>	União da vitoria	1	1	1 500	2 000	5 000
<i>Colonial</i>	S.M do Sul	20	14	1 350	950	3 000
<i>Q. Trançado</i>	Paula Freitas	5	5	400	500	500
<i>C. Canoinhas</i>	Canoinhas	12	6	600	650	---
<i>Palac</i>	União da vitoria	1	1	300	300	300
Total		754	1 041	61 980	91 255	180 600
% d'augmentation dans la région			41,8		62,6	

Source : EMATER- IRATI, 2001

b) Environnement économique de la production de lait

Depuis les années 90, le Brésil connaît un développement de production laitière très important, tant au niveau du volume global de production qu'au niveau technologique. Les principaux facteurs qui ont influencé le secteur productif et industriel sont les suivants :

- La libéralisation des prix du lait en 1990 après 45 ans de contrôle gouvernemental.
- La création du Marché Commun du Cône Sud (MERCOSUL) en 1991 qui a « forcé » les producteurs brésiliens à développer de nouvelles technologies et à maintenir une compétitivité en diminuant les coûts de production par rapport aux autres Etats membres (Argentine en particulier).
- L'implantation du Plan Real en juillet 1994 a permis une augmentation du pouvoir d'achat des consommateurs des classes sociales les plus basses, favorisant ainsi la consommation des produits lactés.
- La dévalorisation du Real en janvier 1999 a permis l'expansion de la production de lait grâce à une plus grande compétition entre les industriels qui se répercute sur le prix du lait payé aux producteurs, leurs permettant ainsi d'augmenter leurs investissements dans cette activité.

Ces trois dernières années, la production individuelle a augmenté de 50% alors que le nombre de producteurs brésiliens baissait de 35%, favorisant l'économie d'échelle souhaitée par les industriels laitiers.

L'Etat du Paraná est aujourd'hui le cinquième Etat du Brésil pour la quantité de lait produit avec 1,9 millions de litres de lait produits, avec une augmentation d'environ 8% par an ces cinq dernières années. La tradition laitière de cet Etat est particulièrement liée aux origines européennes de ses habitants (hollandais, allemands, polonais et ukrainiens). Les programmes d'insémination artificielle pour l'amélioration génétique et les programmes fédéraux de soutien à l'agriculture familiale (PRONAF¹⁰) ont aussi largement contribué au développement de la production laitière dans cet Etat.

La région d'étude où se trouvent les deux communes d'Irati et de Teixeira Soares compte **deux industries laitières**. L'industrie São Miguel, implantée à Irati depuis 15 ans compte environ 65 producteurs répartis autour de la commune. Il collecte le lait tous les jours et produit uniquement du lait frais. L'autre laiterie, Anila est située à Fernandes Pinheiro entre les communes d'Irati et de Teixeira Soares et collecte du lait depuis 11 ans pour le transformer en produits laitiers, principalement du fromage. Anila compte aujourd'hui une centaine de producteurs situés autant sur la commune d'Irati que celle de Teixeira Soares et fait aussi de la vente de matériel, d'aliments et de semences à ses producteurs. **Ces deux laiteries travaillent encore au dessous de leur capacité de stockage et de transformation et sont en plein développement (tableau 1)** créant chaque année de nouvelles « lignes de lait » ou circuits de collecte.

En général, le prix du lait est « fixé » par les grandes coopératives laitières qui régulent le marché. Il est différentiel selon la qualité A, B ou C pour le lait frais et selon le taux de matière grasse et le taux protéique pour le lait transformé en fromage.

Le paiement aux producteurs s'effectue tous les 15 jours. Il n'existe généralement pas de contrat liant le producteur à la laiterie, et le producteur a le libre choix de sa livraison. Toutefois, même s'il n'existe pas de contrat, les industries telles qu'Anila procèdent à des formules de crédits pour l'achat de matériel ou d'aliment, crédits retenus sur un des deux paiements mensuels effectués au producteur, ce qui le lie ainsi à plus ou moins long terme à la laiterie. Aussi, le producteur doit tenir compte de la répartition géographique des circuits de collecte appartenant à chaque laiterie.

¹⁰ PRONAF = Programme National d'Appui à l'Agriculture Familiale.

Comme le montre le **tableau 1**, le nombre de producteur a nettement augmenté ces dernières années grâce aux aides allouées par le PRONAF. Toutefois, la législation et les économies d'échelle souhaitées par les industriels du lait tendent à faire aujourd'hui diminuer le nombre de producteurs au profit d'une augmentation du volume de production des plus grandes exploitations. En effet, l'achat de matériel pour la réfrigération du lait représente un investissement très lourd pour les plus petits producteurs même si le PRONAF les appuie financièrement.

Les facteurs environnant la production du lait dans la région d'étude et au Brésil sont depuis quelques années très favorables au développement et à l'installation de petits producteurs de lait. Toutefois le processus de globalisation et la tendance à la diminution de compétition au niveau régional permet aux industries laitières de baisser le prix du lait payé au producteur. De plus, la législation gouvernementale encadrant la qualité du lait laisse peu de marge de manœuvre et d'adaptation aux petits producteurs qui peuvent devenir très vite endettés auprès de leur laiterie. Or, **cette course à la productivité engendre des coûts fixes importants** que le prix du lait ne pourra plus couvrir dans les années futures. Cette tendance est déjà marquée dans des régions très spécialisées comme Castrolanda au nord d'Irati où un grand nombre de producteurs très spécialisés ont dû revendre leur troupeau et leur matériel pour se diversifier vers d'autres secteurs agricoles.

IV. Les SCV

1. DEFINITION

Le SCV repose sur le semis de la culture dans une couverture végétale (morte ou vivante) fendue sur la ligne de semis. Une couverture végétale doit donc être maintenue sur le sol¹¹, ce qui a pour conséquence le semis direct et l'abandon de tout travail du sol.

Afin d'éviter toute confusion avec d'autres techniques mises en œuvre sans couverture végétale sur le sol et qualifiées de « semis direct », nous parlerons dans cette étude de SCV : système de culture sur couverture végétale.

2. HISTORIQUE

Le système de culture à base de semis sur couverture végétale trouve sa forme la plus ancienne dans les milieux tropicaux humides. Cela consiste à semer ou repiquer des plantes cultivées dans une forêt primaire ou une jachère (parfois herbacée). La végétation est abattue après la phase d'installation ce qui forme un mulch au travers duquel les plantes se développent. Ce mulch permet d'augmenter la productivité du travail en évitant tout sarclage et sa décomposition fournit les éléments minéraux nécessaires aux plantes cultivées.

Le SCV : un mode d'exploitation agricole particulièrement améliorant pour les conditions de production actuelles :

Dans la majorité des zones intertropicales comme tempérées initialement couvertes de forêts, la mise en valeur agricole du milieu débute par le système de défriche brûlis durant lequel succède à la courte période de culture, un temps de jachère long qui permet la restauration de la fertilité en éliminant notamment les adventices et concentrant dans les horizons supérieurs une partie des éléments minéraux puisés en profondeur (P et K).

L'accroissement de la pression démographique entraîne la diminution du temps de jachère et épuise bientôt les sols envahis par les adventices avec pour résultat une diminution de la productivité du travail (baisse des rendements associée à l'augmentation des temps de travaux) et une dégradation globale de la fertilité menaçant la reproductibilité de tels systèmes de production.

Il existe quatre alternatives de mise en valeur du milieu après cette phase : la riziculture irriguée, la plantation pérenne, le pâturage et l'association de cultures. Toutes ont en commun le fait de garantir une couverture quasi permanente du sol et l'on peut en première approximation apparenter le SCV aux cultures associées.

Or le SCV présente la particularité de maintenir la fertilité mais surtout d'en améliorer de nombreux paramètres (Jouye in Dounias, 2001).

Le SCV est inclus dans les techniques de travail du sol appelées « conservation tillage »¹² voit son origine remonter aux années soixante aux Etats Unis. Ces techniques ont vu le jour suite à l'observation

Le SCV qui est inclus dans les techniques de travail du sol appelées « conservation tillage »¹² voit son origine remonter aux années soixante aux Etats Unis. Ces techniques ont vu le jour suite à l'observation

¹¹ La couverture végétale peut être semée (espèces annuelles, bisannuelles ou pérennes), apportée sur le champ (pailles de riz comme à Madagascar, Lac Alaoutre ou autres résidus végétaux) ou encore constituée par les résidus de récolte et les adventices.

de phénomènes spectaculaires d'érosion éolienne dans des zones d'agriculture mécanisée intensive. L'érosion éolienne et hydrique s'appliquent sur des sols pulvérulents et dont les agrégats sont détruits par le travail des sols. La mise au point d'herbicides tels le paraquat (herbicide total) puis le 2,4 D amine utilisé en rénovation des pâturages donne le coup d'envoi d'une série d'innovations qui aboutissent notamment à la mise au point du glyphosate, herbicide systémique total peu coûteux et à des herbicides de post-levée de plus en plus sélectifs. Ceci remet en cause l'utilisation du labour dont l'une des fonctions premières est la lutte contre les adventices (avec l'amélioration de la structure du sol et l'enfouissement des engrais). En 1961, on assiste à la création d'un semoir spécifique qui dépose la graine dans un sillon après avoir coupé le mulch.

Grâce à un effort de communication important, le SCV se diffuse bientôt dans tous les Etats Unis pour atteindre d'autres milieux agro-écologiquement variés (Australie, Brésil : zone tropicale et sub-tropicale) en supposant l'adaptation et la création de nouvelles modalités de SCV (Dounias, 2001).

3. HISTOIRE DES SCV DANS LE PARANA

C'est précisément au Nord du Paraná que les SCV se sont d'abord développés au Brésil. Ces dernières années, les surfaces cultivées selon ce système de culture ont connu une très forte progression en 10 ans, passant de 1 million d'ha en 1991 à environ 15 millions d'après les estimations faites pour l'année 2001.

Mais l'origine des SCV remonte aux années 70, durant lesquelles les cultures industrielles comme le soja et le maïs ont remplacé la culture pérenne du café dans les exploitations commerciales du Nord du Paraná¹³. Les pratiques alors mises en œuvre étaient directement issues des techniques traditionnelles avec travail du sol profond. Celles-ci sous régime climatique tropical, se sont rapidement montrées catastrophiques dans ces zones vallonnées. Ces cultures annuelles installées sur des parcelles aux dimensions importantes et fortement mécanisées entraînent des problèmes de pertes en terre¹⁴ tels que le gouvernement lança un programme de promotion des aménagements anti-érosifs auquel s'ajouta plus tard la diffusion du SCV. Herbert Bartz fut un des premiers agriculteurs à l'adopter et ceci dans la zone de Rolândia au Nord de l'Etat, en 1972.

Plus au Sud du Paraná (en zone sub-tropicale), à l'Ouest du Santa Catarina et du Rio Grande do Sul, quelques petits agriculteurs installés sur des zones souvent très accidentées¹⁵ et utilisant des matériels de travail du sol, se sont intéressés à ce nouveau système de culture et ont cherché à l'adapter à leurs systèmes de production. Cependant, **l'absence de matériels appropriés d'une part et de capacité d'investissement d'autre part ont vite freiné leur ardeur.**

Sensibilisés par les problèmes de dégradation de l'environnement et des conditions de production des agriculteurs divers partenaires se sont alors investis :

- Les organismes de développement ont commencé à vulgariser des **systèmes sans travail du sol** ;
- les instituts de recherche ont étudié des **systèmes avec plantes de couverture** cultivées ;
- et les coopératives, des matériels performants pour semer dans les résidus végétaux.

¹² Ensemble des techniques de travail minimum du sol qui permettent de conserver au moins 30% de la surface du sol couverte par des résidus végétaux lors de la mise en place de la culture vivante (Allmaras et al., 1994 ; Uri, 1999, cités par Dounias, 2001.)

¹³ Utilisant généralement des équipements motorisés

¹⁴ Voir les travaux de Merten (1995) établis sur la période 1985-1994. Après une période de transition de 4 ans sur une rotation maïs+haricots / avoine + vesce, les pertes en terre s'élèvent à plus de 0.8 tonne/ha/an en semis direct contre plus de 113 tonnes/ha/an en système traditionnel avec labour et sol nu.

¹⁵ Utilisant généralement des équipements à traction animale

Toutefois, la sensibilité aux problèmes d'érosion n'est pas une priorité dans les exploitations familiales où les contraintes technico-économiques et même sociales prennent souvent une place importante et il a fallu des **opérations de promotion** pour que ce type de système de culture se diffuse (sous l'influence d'organismes de développement agricole financés par l'Etat)¹⁶ chez les petits agriculteurs du centre sud du Paraná, occupant des sols accidentés et peu profonds.

- Elles ont consisté par exemple au montage de projets subventionnant l'acquisition des matériels et la mise en place de cultures en SCV, des coopératives pré-finançant l'achat des matériels, prenaient en charge une partie des frais d'aménagement et de redressement de la fertilité, etc.

Toutes ces actions de promotion ont aidé les petits groupes d'agriculteurs intéressés à mettre en œuvre ce système de culture et à l'améliorer avec le concours des organismes de recherche et de développement.

Ceci a permis de développer le SCV des cultures d'été sur un **mulch mort** de plantes de couverture semées en hiver au lancé (avoine, vesce, navet fourrager...), notamment grâce à la mise au point et la vulgarisation du **semoir-fertilisateur en traction animale** adapté aux conditions locales et aux systèmes de production familiaux.

D'autres intérêts sont vite apparus et principalement celui de l'économie de main d'œuvre. En effet, l'absence de travail du sol en début de cycle, associé à l'utilisation d'herbicides induit des diminutions importantes de besoin en main d'œuvre pendant ces deux périodes. Les agriculteurs restés attentifs en ont vite saisi l'intérêt et se sont convertis à l'innovation. **Toutefois, cet intérêt est directement lié à la maîtrise de l'utilisation des herbicides, nouveau pour ces agriculteurs. L'insuffisance de contrôle des mauvaises herbes est la cause de la plupart des déboires observés dans la mise en œuvre des techniques des SCV.**

Aujourd'hui, ce type de système de culture est bien développé dans l'Ouest Santa Catarina et du Rio Grande do Sul, et **commence à diffuser dans le centre-Sud du Paraná.** L'état du Paraná se situe en tête par rapport au Rio Grande do Sul et aux Cerrados, avec 4.3 millions d'ha cultivés en SCV pour la campagne 1998-99¹⁷. Au Paraná, la part des surfaces conduites en SDCV en traction animale était estimée à 15 000 ha en 1996 (Dounias, 2001).

Ainsi le SCV a-t-il été adopté par un nombre croissant d'exploitations plus ou moins capitalisées et notamment par les agriculteurs familiaux des communes D'Irati et de Teixeira Soares en proie à une érosion des conditions de reproductibilité de leurs systèmes de production, manifestation d'une crise à l'origine de la dynamique agraire en cours.

Dans d'autres régions elle ne progresse que lentement pour des raisons qui ne sont pas explicites. Il semblerait que dans ces régions, l'accès des agriculteurs au marché soit limité et que leur capacité d'investissement soit alors très faible. Les banques ne leur faisant pas de crédits, il leur est impossible d'acquiescer du matériel (Pirrot, 2001).

16 Noter que le soutien de l'Etat au développement de l'agriculture familiale est récent au Brésil puisqu'il date du début des années 90 (PRONAF : crédits à l'investissement pour le semis direct et plus récemment dans la filière lait).

17 EMATER, APDC, FBPD in Globorural, ano 16, n°183, 2001.

Tableau 2 : Avantages / inconvénients du SCV

	Avantages	Inconvénients
Agronomiques	<ul style="list-style-type: none"> • Redressement de la fertilité • Accroissement de l'activité biologique • Recyclage des éléments minéraux • Amortissement des fluctuations climatiques • Meilleure alimentation hydrique • (Contrôle des adventices) 	<ul style="list-style-type: none"> • Réservoir de ravageurs • Maintien du stock de graines d'adventices • Risque de compaction
Agrotechniques	<ul style="list-style-type: none"> • Simplification des itinéraires techniques • Calendriers et chantiers plus flexibles • Outillage plus réduit 	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin en matériel et en intrants spécifiques • Nécessité d'apprendre de nouvelles techniques
Economiques	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation ou stabilisation de la production • Diminution des coûts • Diminution des temps de travaux • Augmentation de la productivité du travail • Diversification • Localement, meilleure intégration de l'élevage 	<ul style="list-style-type: none"> • Besoin d'investissements en intrants • Accès au crédit
Environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> • Suppression de l'érosion et protection de l'aval • Diminution de la pollution des nappes et des cours d'eau • Séquestration du carbone • Réduction de la déforestation en zone tropicale 	<ul style="list-style-type: none"> • Non maîtrise des herbicides (risque sanitaire)

4. LES INTERETS DU SCV

L'ensemble des auteurs semblent aujourd'hui s'accorder sur un ensemble de facteurs caractérisant les avantages et inconvénients de ce type de système de culture. Le **tableau 2** en fait la synthèse (Rollin, 2001) :

Ces facteurs constituent des éléments de réflexion qui ont guidé notre étude dans la situation particulière des exploitations familiales du centre sud du Paraná.

Dans ce contexte, certains avantages du SCV semblent particulièrement pertinents :

- La topographie accidentée de la zone rend nécessaire l'adoption du SCV ainsi que d'autres mesures anti-érosives (aménagements en courbes de niveaux)
- La couverture du sol permet d'éviter les dégâts occasionnés par les pluies érosives survenant durant l'époque de préparation des semis, qui peuvent fréquemment être détruits par le ruissellement sur la parcelle.
- La couverture végétale, en augmentant la capacité au champ permet une meilleure alimentation hydrique des cultures et minimise l'impact des mini-sécheresses survenant durant les mois de novembre et décembre, alors que le haricot entre en phase de floraison, période particulièrement sensible aux déficits hydriques.
- Les engrais verts permettent une amélioration de la fertilité des sols acides de la zone souvent responsables de la faible productivité des cultures et ainsi une économie des coûts en fertilisants particulièrement intéressante pour le développement des petites exploitations peu capitalisées.

V. La démarche et la méthodologie

1. DEMARCHE DE L'ETUDE

Afin de répondre à la question de la compatibilité des SCV et de l'élevage nourri au pâturage en hiver, nous avons choisi de procéder à une étude détaillée des systèmes d'élevage et en particulier des systèmes d'alimentation ainsi qu'à l'analyse des systèmes de culture conduits sur la totalité de l'exploitation en focalisant toutefois notre intérêt sur les SCV.

Nous avons ainsi procédé à un choix raisonné des producteurs enquêtés.

Nous avons adopté l'analyse systémique, particulièrement pertinente pour l'étude de systèmes de production diversifiés et l'analyse des interactions SCV-élevage au sein des différents niveaux d'organisation de l'ensemble. Dans cet ordre de raisonnement nous avons abordé trois niveaux d'étude privilégiés :

- la parcelle de culture afin de comprendre l'articulation des pâturages et des cultures en SCV au niveau de la gestion de la biomasse
- le système de culture pour rendre compte des rotations particulières à ces exploitations
- le système de production dans le but d'envisager la compatibilité ou la compétition entre les SCV et les activités d'élevage au niveau de l'allocation des moyens de production

2. LE CHOIX RAISONNE DE L'ECHANTILLON

Par rapport à notre sujet d'étude nous avons formulé plusieurs hypothèses (jugées éclairantes par rapport au problème de la compatibilité des SCV et de l'élevage) que nous pourrions ainsi valider ou infirmer grâce aux résultats et qui devraient permettre de transposer plus rationnellement les résultats de ce travail dans d'autres contextes.

- *Hypothèse 1 : Les risques d'érosion et les modalités d'adoption des SCV diffèrent selon la nature des sols et la topographie.*
→ Nous avons ainsi choisi deux villages distincts topographiquement
- *Hypothèse 2 : Selon l'ancienneté de l'intégration de l'activité laitière, on s'attend à trouver des niveaux d'intégration différents (notamment quant à l'importance relative des surfaces fourragères destinées aux animaux).*
→ Choix de producteurs ayant débuté à des époques variables
- *Hypothèse 3 : Le mode de traction (animale ou motorisée) va influencer sur les modes de gestion de la biomasse, le choix des espèces cultivées, les modalités d'implantation des plantes de couverture*
→ Choix de producteurs dans chaque type de traction
- *Hypothèse 4 : Nous savons qu'il existe une tradition d'élevage laitier destiné à l'autoconsommation, nous faisons le choix de ne pas enquêter des producteurs de ce type car la conduite des animaux est différente de celle des élevages marchands.*
→ Sélection de **producteurs de lait destiné à la vente**

A partir de ces critères, nous avons tenté de recenser des producteurs grâce aux bases de données d'EMATER et des industries laitières. Il s'est avéré difficile de connaître avec précision l'ancienneté de la production laitière et surtout de connaître l'état du SCV (adopté partiellement) pratiqué par chaque producteur.

A ce sujet, il est important de souligner que la perception du SCV par les agriculteurs se résume souvent à l'abandon de la charrue à disques et de la déchaumeuse mais que ceux-ci considèrent comme faisant partie des SCV les travaux de préparation superficielle du sol réalisés grâce au

pulvérisateur. En outre nous avons remarqué un emploi périodique de plus en plus fréquent du scarificateur.

Nous avons ainsi choisi nos producteurs sur le terrain, de façon itinérante grâce à quelques personnes ressources (anciens producteurs de lait, personnel des organismes de développement agricole, vieilles personnes, gros producteurs de lait). Bien que disposant d'un échantillon limité à 21 exploitations de par les objectifs spécifiques de ce travail, nous avons vérifié sa représentativité (par rapport aux exploitations laitières en SCV) en le soumettant aux industries de collecte du lait et à EMATER ainsi qu'en tenant compte des typologies d'exploitations laitières disponibles (certes âgée de 1979 ou réalisées sur le Paraná tout entier en 1999).

Sur les conseils de chercheurs du Cirad, nous avons également réalisé des enquêtes chez un agriculteur en SCV ne produisant pas de lait et chez un producteur de lait en semis conventionnel afin de mieux comprendre les contraintes posées aux producteurs de lait en SCV.

Ces enquêtes ne sont pas prises en compte dans la synthèse de nos résultats.

3. METHODOLOGIE

Chez tous les exploitants nous avons réalisé des entretiens directifs et semi-directifs.

- Entretien directif pour le recensement des facteurs de production (terre, capital, travail) et les performances techniques des systèmes de culture et d'élevage
- Entretien semi-directif pour l'étude de la conduite des cultures et du troupeau.

Il est important de souligner qu'il nous a fallu chacun, enquêter **la conduite de toutes les parcelles de l'exploitation afin de comprendre la stratégie globale mise en place par le producteur et pouvoir assigner à chacune une fonction (fonction parcellaire).**

Après l'établissement de la typologie, nous avons réalisé une enquête économique (entretien directif) chez un producteur choisi comme archétype du groupe auquel il appartient.

Afin d'évaluer l'impact du pâturage sur la quantité de biomasse résiduelle après la pâturage et servant de couverture pour les SCV nous avons effectué des relevés de biomasse avant le semis (peu de temps avant la dessiccation). Nous avons suivi la méthode préconisée par le IAPAR : cinq mesures effectuées au hasard sur la parcelle en utilisant un cadre carré de 50 cm de côté – 72 h de séchage à l'étuve (60°C) – pesée de la matière sèche totale.

En cours d'étude est apparu un élément majeur de la compatibilité des SCV et de l'élevage : l'état de **compaction des sols**. Nous avons donc décidé de mesurer l'état de compaction des sols grâce à deux types de mesures en nous inspirant du protocole expérimental employé lors d'une étude réalisée dans la région de Guarapuava (120 km à l'ouest de Ponta Grossa) sur le thème de l'effet du piétinement des animaux sur l'état de compaction des sols (*Latosolo bruno alio épieutrophique*) :

- Mesures de densité apparente des sols en g/cm^3 : collecte d'échantillons de terre non remaniée dans des cylindres de 100 cm^3 dans les horizons 0-5 cm ; 5-10 cm ; 10-15 cm ; 15-20 cm (deux mesures par parcelle) :
- Mesures d'humidité gravimétrique des sols : collecte d'échantillons de terre non remaniés dans des cylindres au sein des mêmes horizons que pour les mesures de densité. Pesée de l'échantillon humide et après son passage à l'étuve (% du poids sec).
- Mesures de résistance à la pénétration (kgF/cm^2) des sols grâce à l'emploi d'un pénétromètre¹⁸ (10 relevés, dont un placé à côté de la fosse d'extraction des cylindres de mesure de densité et

¹⁸ Référence : PENETROGRAPHER PAT SC-60, fabricant : SoilControl.

d'humidité sur un transect de direction diagonale à la plus grande pente de la parcelle afin de rendre compte de l'hétérogénéité de la couverture pédologique) : cet appareil est destiné à mesurer la force nécessaire pour faire pénétrer une tige conique à son extrémité de 9,5 mm de diamètre dans les différents horizons du sol depuis la surface et jusqu'à 60 cm de profondeur ; ceci est censé représenter le mécanisme de pénétration racinaire.

4. TRAITEMENT DES DONNEES

Les données recueillies lors des enquêtes ont été traitées de façon à **comprendre les logiques de fonctionnement des exploitations**. Les données d'ordre structurel ont été regroupées dans une base de données WINSTAT afin de permettre des calculs statistiques et mathématiques simples.

L'outil statistique WINSTAT a été utilisé de manière pédagogique à la demande de l'IAPAR mais ne constitue pas l'outil adéquat au vu de la faible taille de l'échantillon (21 exploitations) pour construire la typologie. Toutefois, l'utilisation de cet outil informatique oblige à conduire une démarche analytique intéressante dans le choix des variables discriminantes pour effectuer une étude sur la logique de fonctionnement des exploitations.

WINSTAT a surtout été utilisé dans le traitement des **variables d'allocation de la biomasse** avec un échantillon plus important (96 parcelles décrites et étudiées). WINSTAT a permis l'analyse de statistiques descriptives appliquées à des variables prises deux à deux et stratifiées par une troisième variable. Ceci est intéressant dans la mesure où l'on peut croiser des variables de types qualitatif et quantitatif.

Les autres données relatives à la compaction des sols ont été analysées par Régression Linéaire Simple et calcul du coefficient de corrélation R^2 qui représente le taux des variations de Y expliqué par X et donne le niveau de liaison entre les 2 variables analysées. On considère qu'en dessous de 0,50 pour R^2 , les variables sont peu corrélées.

5. CONCEPTS MOBILISES

Afin de traiter la compatibilité des SCV et de l'élevage, nous avons utilisé un outil théorique particulièrement intéressant : le concept de fonction parcellaire, de Fleury.

La démarche proposée a déjà été utilisée lors de la thèse de M. Figuié sur la dégradation des pâturages au Brésil (2001) et a été mise en place par le Programme de recherche-développement Alpes du Nord du Groupement d'Intérêt Scientifique des Alpes du Nord en collaboration avec l'INRA-SAD de Versailles (Ph. Fleury, B. Duboeuf, B. Jeannin, 1995). Cette démarche se distingue du concept du système fourrager isolable au sein de l'exploitation par l'approche du **fonctionnement fourrager permettant d'analyser l'ensemble de l'exploitation sous l'angle de sa production fourragère**.

La démarche proposée s'appuie sur 3 concepts : ceux de « **fonction parcellaire** » et de « **dispositif de régulation** » et celui de « **fonctionnement fourrager** ».

a) **La fonction parcellaire : une liaison simple entre parcelles et exploitation**

Depuis quelques années, divers auteurs développent le concept de **fonction de surface** (FLEURY et Al. 1994). Dans ce prolongement, les auteurs définissent la fonction d'une parcelle à partir du rôle principal que lui assigne l'agriculteur. Ils caractérisent une fonction parcellaire par les objectifs attribués en faisant référence à une **période dans le processus de production** (alimentation hivernale, de printemps, etc.) et à un **niveau d'exigence quant à l'état de la ressource végétale** (fourrage abondant de qualité, bonne appétibilité de l'herbe même sur une repousse âgé, etc.). Les coûts

(intrants et temps de travail) et les risques acceptés pour assurer la réalisation des objectifs précisent la fonction. La notion de risque se définit par l'incertitude de réalisation des objectifs.

Exemple de fonctions parcellaires :

- **Fonctions de constitution de stock hivernaux**
 - « *Du foin dans la grange* » signifiant du fourrage sec en quantité, la qualité étant secondaire.
 - « *Du foin pour le lait* » signifiant du fourrage sec abondant et de qualité en acceptant un coût important mais un risque limité.
- **Fonctions d'alimentation au pâturage exclusives**
 - « *Le troupeau ne doit pas attendre l'herbe* » signifiant assurer une production d'herbe régulière, abondante et de qualité tout au long de la saison.
 - « *De l'herbe en été* » signifiant que l'ajustement entre l'offre et la demande se fait par rapport au creux estival.
- **Fonctions d'alimentation au pâturage et de constitution de stocks hivernaux**
 - « *De l'herbe au printemps et en automne* » signifiant assurer l'alimentation des animaux en période intermédiaire et secondairement contribuer à la constitution de stock pour l'hiver.
 - « *Du foin pour le lait et de l'herbe en été* » signifiant contribuer à la constitution de stocks hivernaux de qualité et surtout permettre l'agrandissement de la surface pâturée en été.

Ici, les références à l'analyse du discours proposé par J.P Darré (1985) et étudiées lors du module DAT « Innovation » du Master permettent d'envisager ce type d'analyse. Nous verrons que chaque concept utilisé dans la démarche y fait référence.

Ainsi, la fonction permet de distinguer les pratiques de leur finalité. Une même fonction peut être assurée de diverses façons et des pratiques identiques peuvent avoir des finalités différentes.

b) Dispositifs de régulation

Les dispositifs de régulation ont pour objectif de permettre les adaptations aux événements particuliers d'une année et spécialement aux aléas climatiques (Duru et al., 1988a ; Mathieu, 1990). La mise en œuvre de ces dispositifs n'est donc pas systématique, mais la possibilité de leur déclenchement est généralement programmée dans l'organisation de l'exploitation (Bellon, 1992). Ces dispositifs sont nombreux. Ils peuvent se traduire par une modification des pratiques d'élevage (allotement, reproduction ou alimentation).

c) Le fonctionnement fourrager

Il s'agit d'identifier les relations fonctionnelles entre différentes composantes de l'exploitation : les surfaces et leur caractérisation agronomique, le parcellaire et sa structuration, l'exploitation vue sous l'angle de la gestion de la production fourragère. Cela nécessite une analyse des pratiques et des raisons pour lesquelles l'agriculteur les met en œuvre. Les principaux éléments sont caractérisés, selon une approche hiérarchisée :

- **Les objectifs de production et le niveau de mobilisation des facteurs de production** (intensification laitière et autonomie fourragère avec fort niveau d'intrants par exemple) ;
- L'agencement du territoire en **fonctions parcellaires**, en relation avec la structure du parcellaire (nombres de blocs, éloignement, topographie) et la stratégie de conduite de troupeau (orientation des dates de vêlage, pratiques d'alimentation...) ;
- **Les dispositifs de régulation** mis en œuvre en fonction des variations inter-annuelles de la pousse d'herbe et/ ou de la production du troupeau.

Cette modélisation est réalisée en construisant avec l'agriculteur un plan schématique de l'exploitation et un planning simplifié d'utilisation des surfaces. Ces 2 supports permettent de caractériser le fonctionnement fourrager dans l'espace et dans le temps (cf. **annexe 1**, d'après Fleury et Al, 1995).

En ce qui concerne la structuration du temps, il est souhaitable de privilégier l'étude de certaines phases du processus de production : les périodes-clés. Ces périodes clés se traduisent, chez l'éleveur, par des choix stratégiques et par la préparation de dispositifs de régulation. Les conditions de mise en œuvre de ceux-ci facilitent le repérage de ces périodes.

Ce planning spatio-temporel construit avec l'agriculteur doit permettre d'identifier, par rapport aux objectifs qu'il se fixe pour atteindre un niveau de production en lait, les périodes critiques et ainsi vérifier les problèmes d'alimentation à certaines périodes.

Les questions sur les fonctions parcellaires et sur les dispositifs de régulation devraient permettre de répondre aux questions sur le choix d'allocation de la biomasse de la couverture végétale et sur les raisons qui motivent l'agriculteur à faire ce choix.

Enfin, l'étude des pratiques d'élevage doit permettre de savoir si l'agriculteur a une stratégie particulière pour la conduite du troupeau ou dans son choix d'espèces pour la couverture végétale pour maîtriser l'enherbement des cultures suivantes.

Partie 2

Compatibilité des SCV et de l'élevage laitier

Encadré 1 : Typologie de Filippesen L. F. et Pellini T. (1999) du IAPAR de Londrina

• **Système I : moins de 2000 litres/ vache/ an**

Le producteur possède environ 10 vaches en lactation, les races du troupeau sont non définies et non spécialisées en lait, la productivité moyenne quotidienne est de 4,3 litres de lait. La propriété s'étend en moyenne sur 32 ha et l'activité laitière est développée sur 40% de la superficie (13 ha). La traite est effectuée manuellement et le lait n'est pas refroidi pour la collecte.

• **Système II : entre 2000 et 4000 litres/ vache/ an**

Le producteur possède environ 20 vaches en lactation pour une production journalière moyenne de 10,6 litres par vache. 50% du troupeau est en race laitière (Hollandaise ou Jersiaise). La superficie totale est de l'ordre de 47 ha, 70% est utilisée pour l'activité laitière (33 ha). La gestion du troupeau est extensive, avec des pâturages pérennes en été et annuel en hiver. Des coupes d'herbe éléphant et de canne à sucre sont données à l'auge avec du maïs ensilage pendant 4 mois de l'année. La traite est manuelle ou mécanisée, le lait est réfrigéré avant collecte.

• **Système III : entre 4000 et 6000 litres / vache/ na**

Ce système compte 40 vaches en lactation de race laitière majoritairement. La productivité journalière est de 17,7 litres. La superficie totale de l'exploitation avoisine 43 ha dont 80% sont réservés à l'activité laitière (34 ha). La gestion est semi-intensive, avec des pâturages pérennes d'été et des pâturages annuels d'hiver et d'été (milheto). L'apport d'ensilage de maïs est quotidien tout au long de l'année. La traite est mécanique dans une salle de traite spécialisée et le lait est réfrigéré avant collecte.

• **Système IV : supérieur à 6000 litres/ vache/ na**

Ce système correspond à un système dit « confiné ». Le producteur possède 70 vaches en lactation, avec une productivité journalière moyenne de 23,7 litres. Sur 80 ha en propriété, 75% sont destinés à l'activité laitière (60 ha). La gestion est intensive, avec des pâturages pérennes et annuels procurant en majorité de l'ensilage de graminées pour toute l'année, ainsi que du maïs ensilage et des concentrés protéiques. La traite est mécanique, le lait est réfrigéré jusqu'à l'usine de collecte.

A. LES TYPES D'EXPLOITATION ET LEURS SYSTEMES TECHNIQUES

Avant de nous pencher sur les impacts de l'intégration de la production laitière sur les systèmes techniques de production, nous nous proposons de décrire leur fonctionnement dans ce chapitre. En effet, afin de comprendre les logiques d'allocation de la biomasse entre l'élevage et les SCV, il est important de connaître avec précision les caractéristiques structurelles et de fonctionnement des systèmes techniques.

1. Construction de la typologie d'exploitations

Cette typologie a été construite pour répondre à plusieurs objectifs :

- une *caractérisation structurelle* qui marque et doit marquer l'intégration dans le temps avec des facteurs de discrimination simples. Ainsi, pour les exploitations laitières la superficie totale de l'exploitation, le nombre de bovins laitiers et la nature des équipements sont à la fois des indicateurs simples marquant l'évolution des systèmes de productions (une exploitation avec beaucoup de bétail et une surface importante a généralement une date de création de l'activité laitière plus ancienne qu'une « petite exploitation ») et facilement collectables auprès des coopératives laitières ou des institutions locales. Le niveau d'équipement (matériel de traite et locaux) sont aussi des éléments de jugement de l'investissement dans l'activité laitière.
- Une *caractérisation fonctionnelle*

1. L'ASSOLEMENT DES CULTURES DE VENTE ET SURFACES FOURRAGERES OU LE CHOIX STRATEGIQUE DE L'EXPLOITATION

Lors de la projection des hypothèses d'intégration agriculture – élevage, l'apparition de l'animal dans un système de production orienté vers l'agriculture devait modifier un certain nombre de paramètres. Le choix stratégique du mode d'alimentation du bétail en était l'élément clé. Ainsi, si l'on considère que l'agriculteur n'augmente pas sa surface agricole, il apparaît évident qu'il devait sacrifier des terres de cultures annuelles de vente pour augmenter ses surfaces fourragères d'été. Aussi, il nous a semblé intéressant d'évaluer ces évolutions de surface par des mesures proportionnelles des surfaces de cultures de rente, certainement inversement corrélées aux surfaces fourragères d'été mises en place, maïs ensilage et *milheto* principalement.

L'étude se focalisant sur l'allocation de la biomasse des plantes de couverture, il était alors utile d'évaluer également les proportions de surfaces fourragères en hiver (parcelles seulement destinées à l'alimentation animale) afin de pouvoir les comparer à celles d'été, puis comprendre les grands choix stratégiques de gestion du couvert végétal à cette période, à savoir protection et couverture du sol ou alimentation animale.

2. LES TYPES DOMINANTS D'ALIMENTATION DU BETAIL EN PRODUCTION

Grâce aux schémas généraux d'alimentation recueillis lors des enquêtes, nous les avons superposés à ces différentes stratégies d'assolement afin de vérifier si ce choix était bien dicté par une volonté d'alimentation du troupeau. Aussi, nous avons pu observer un balancement saisonnier flagrant pour chaque individu, balancement qui agit comme mode de régulation des périodes critiques d'alimentation ou de volonté de diversification. Par exemple, les exploitants souhaitant réserver des surfaces pour les cultures de rente en été vont appliquer des pâturages intensifs en

Encadré 2 : Facteurs discriminant les exploitations laitières

Discriminants structurels :

- **ST** : Surface totale (en propriété et louée) en hectares
- **VAC** : Nombre total de bovin laitier (vaches adultes, génisses, veaux)
- **ETAB** et **MAT** : Salle et matériel de traite (niveau d'équipement en réfrigérateur, trayeuse et aménagement des locaux)

Discriminants fonctionnels / stratégiques :

Assolement des cultures de vente et des fourrages :

- **P CV** : Pourcentage de la surface allouée pour les cultures de vente annuelle (les cultures autoconsommées comme le haricot ne sont pas comptabilisées) par rapport à la surface totale de l'exploitation.
- **P SFE** : Pourcentage de la surface allouée pour les fourrages d'été par rapport à la surface totale de l'exploitation. Sont compris comme fourrage d'été les prairies pérennes ou pâturage en sous bois, les fourrages cultivés comme le milheto, le sorgho et le maïs ensilage.
- **P SFH** : Pourcentage de la surface allouée pour les fourrages d'hiver par rapport à la surface totale de l'exploitation. Les fourrages d'hiver correspondent principalement à l'avoine, au Ray Grass d'Italie et à la vesce.

Types dominants des modes d'alimentation :

- **Pat 1** : pâturage rotatif intense en hiver et pâturage réduit en été grâce à l'apport en ensilage de maïs et de graminées durant 8 à 12 dans l'année.
- **Pat 2** : pâturage rotatif intense en hiver et pâturage normal en été sur fourrage et prairie pérenne avec apport de maïs ensilage.
- **Pat 3** : pâturage rotatif intense en hiver et en été avec peu d'apport d'ensilage de maïs (moins de 4 mois sur l'année).
- **Pat 4** : Pâturage modéré en hiver et très intense en été avec peu d'apport en ensilage de maïs (entre 4 et 8 mois de l'année).

Apport en aliments extérieurs à l'exploitation / niveaux d'indépendance du système :

- **C0** : aucun aliment extérieur acheté
- **C1** : Achat de farine soit de blé, de soja, de riz.
- **C2** : Achat de concentré en petite quantité (concentré à 18% de protéine brute)
- **C3** : Achat de farine + concentré
- **C4** : Achat de concentré en grande quantité

Discriminants des performances en production laitière :

- **LAIT** : production totale de lait produit sur l'exploitation par an (en litres)
- **PROD VAC** : production annuelle de lait par vache (en litres) calculée avec le nombre moyen de vache en lactation sur l'année et ramené à la durée de lactation
- **LAIT SFT** : production de lait total par an par hectare de surface fourragère. La surface fourragère totale (SFT) correspond à l'ensemble des parcelles destinées à l'alimentation animale sauf maïs grain. En effet, le maïs grain peut être destiné au dernier moment soit pour la vente ou pour l'alimentation animale en fonction du prix de vente sur le marché.

hiver et réaliser beaucoup d'ensilage de graminées (avoine principalement) afin de diminuer la pression fourragère en été pour libérer de l'espace pour les cultures de rente.

Aussi, les modes d'alimentation varient en fonction de la surface totale de l'exploitation.

Apport d'aliments extérieurs ou niveau d'indépendance du système d'élevage par rapport à l'alimentation animale.

Cette donnée qualitative qui a été mise en classe par niveau d'apport doit compléter le schéma global d'alimentation du bétail en montrant la part d'achat des aliments (concentré, farine) afin d'évaluer le niveau d'autonomie fourragère de chaque type.

- Une caractérisation des performances laitières par rapport à ces systèmes :

Les performances laitières servent souvent de référence pour de nombreuses structures, elles sont aussi le reflet d'un système qui « marche ». Elles sont la base de diverses typologies déjà établies dans le Paraná et permettent de classer simplement chaque exploitation sous une forme quantitative. Elles doivent témoigner aussi de l'efficacité globale du système d'élevage (alimentation, reproduction, santé) mais aussi du système de production dans son entier. Toutefois, ici nous ne considérons pas l'efficacité économique de l'exploitation, les performances laitières de haut niveau peuvent en effet se traduire par un surcoût non maîtrisé des coûts de production dans le système.

L'élaboration de cette typologie s'est faite sur des bases bibliographiques pour les données quantitatives de performances laitières afin de faire la mise en classe ou type. Filippesen L. F. et Pellini T. (1999) du IAPAR de Londrina classent les exploitations laitières du Paraná en 4 systèmes à partir des performances individuelles de production laitière par an (**Encadré 1**).

L'Embrapa avait déjà classé ces systèmes de production avec les mêmes types de variables de performance pour établir une caractérisation de l'élevage bovin laitier en 1975.

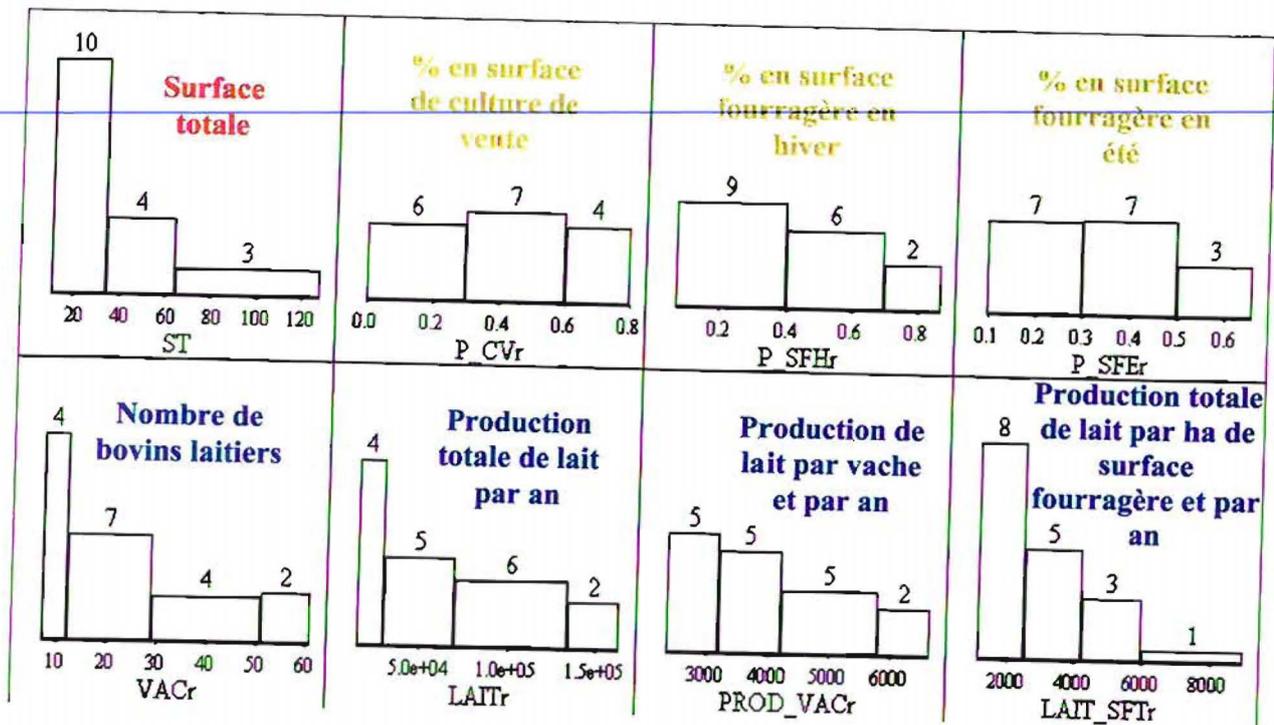
Sur la base de cette typologie, nous avons analysé le fonctionnement global de chaque type grâce aux diverses variables mises en classe (**figure 8**) qui nous intéressaient de façon à rendre cette typologie plus fonctionnelle par rapport à notre objet d'étude. Les proportions de culture de rente, de surfaces fourragères en été et en hiver donnent de suite une autre dimension dans l'analyse fonctionnelle des exploitations. Elles renseignent rapidement sur la prépondérance des activités agricoles de vente pour chaque type d'exploitation et sur celle des fourrages particulièrement en période hivernale.

Afin d'aller plus loin dans l'analyse fonctionnelle, nous avons ajouté des données qualitatives sur les modes dominants d'alimentation, d'indépendance par rapport à celle-ci. La date de création de l'activité laitière, leur niveau de subvention pour l'aide à l'installation sont autant d'autres variables qui permettent de comprendre les dynamiques de développement et d'intégration de l'élevage dans le système de production anciennement orienté vers l'agriculture.

3. RESULTATS / TYPOLOGIE

L'analyse des différentes variables structurelles et fonctionnelles traitées par Analyse Factorielle Composantes Multiples conduit à une différenciation en 4 groupes présentés à la **figure 9**. Si cette analyse demeure peu fiable au vu de la faible taille de l'échantillon, elle correspond aux observations faites sur le terrain. L'axe 1 (coord.1) correspond à l'axe de production de lait et l'axe 2 (coord.2) correspond à l'axe de surface totale de l'exploitation. Sur ces 4 groupes, deux d'entre eux semblent inscrits dans un schéma de production stable, avec un nombre de vaches important et un niveau d'équipement relativement élevé. Les deux autres sont des groupes en évolution récente par rapport à l'intégration de la production laitière avec des dynamiques de production en mutation.

Figure 8 : Mise en classe des principales variables caractérisant les différentes exploitations



Cette division marque ainsi une différenciation intéressante en niveaux d'intégration A-E pouvant donner une photographie pour chaque étape de l'intégration selon des stratégies de diversification différentes.

a) Groupe 1 : petites exploitations à intégration récente ou « tiradores de leite » (41% de l'échantillon)

La date de création de l'activité laitière est récente (entre 1 et 3 ans) souvent conditionnée par une aide à l'installation pour l'achat d'animaux ou pour l'acquisition de matériel. On retrouve dans ce groupe des producteurs ayant créé leur exploitation il y a environ 2 ans et qui ne font que du lait, et d'autres plus anciennement installés en agriculture et qui ont commencé à produire du lait récemment.

Ce groupe possède entre 7 et 12 bovins de race souvent mixte (Hollandaise – Jersiaise) ou pure en jersiaise. Ils se situent sur des terres de faibles aptitudes agronomiques et accidentées, avec une superficie totale de 10 à 35 ha. La taille du troupeau est souvent ajustée en fonction de la disponibilité des ressources (terre, main d'œuvre, capital). Certains d'entre eux sont encore en traction animale mais font de plus en plus appel à des offres de services privées ou familiales pour certains travaux agricoles.

Leur niveau d'équipement pour l'activité laitière est faible, la traite est la plupart du temps manuelle ou effectuée avec une trayeuse mécanique, il n'existe pas de salle de traite proprement dit.

Aussi, avec 5 à 9 vaches en lactation, la production annuelle ne dépasse pas les 30 000 litres de lait livré, avec une productivité par vache allant de 2325 à 3200 litres par an.

Le schéma global d'alimentation des vaches en production¹⁹ de ce groupe s'établit selon le découpage du parcellaire et par le fait de l'intégration récente des animaux dans l'exploitation.

L'alimentation repose sur des pâturages de faible étendue, basés sur les plantes de couverture en hiver (inférieur à 40% de la surface totale) pour ceux qui ont réussi à cultiver assez de maïs ensilage. Pour ceux là, l'option alimentaire en été repose sur la production fourragère des prairies naturelles souvent en sous bois ou dans des zones de marécages ou une exploitation intensive de culture de *milheto* afin de libérer un maximum d'espace pour le maïs ensilage réservé dès le mois de mai pour l'alimentation des vaches en production. Pour ceux qui n'ont pas encore développé assez de maïs ensilage en été (élevage très récent), ils se retrouvent dans l'obligation d'effectuer un pâturage intensif sur les plantes de couverture en hiver.

En général ce groupe possède une main d'œuvre familiale importante qui facilite les coupes manuelles d'herbe éléphant, de canne à sucre ou de *Papuã* (*Brachiaria plantagina*) en automne, et de vesce en fin d'hiver servant d'alimentation d'appoint pour ces périodes souvent critiques.

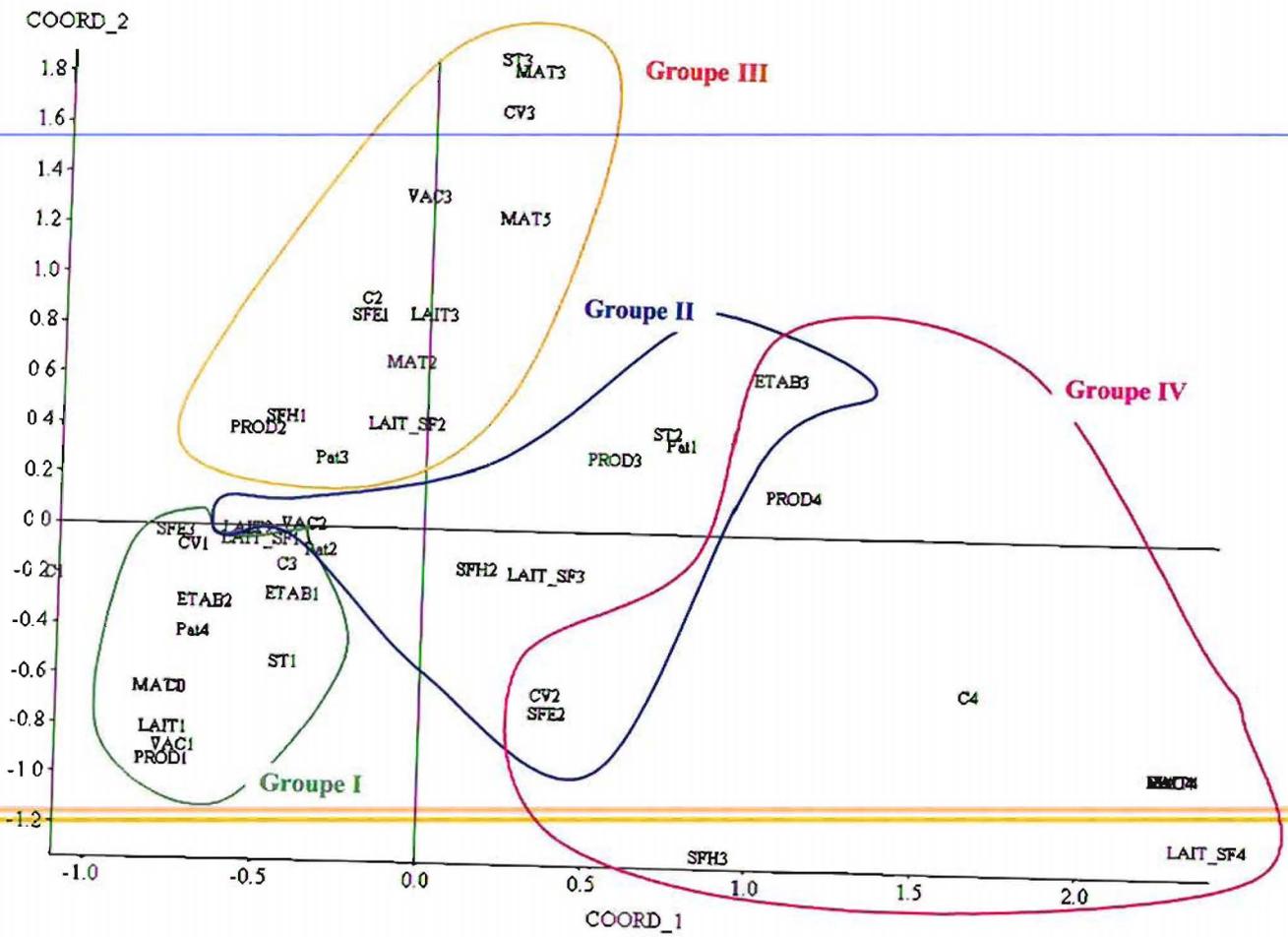
L'apport d'aliments extérieurs est très variable. Il est nul chez certains producteurs, simplement par manque d'argent, et assez conséquent chez d'autres avec l'achat de farine et de concentré lors des périodes de manque fourragère (principalement en été et automne).

Les cultures de rente qui occupaient il y a quelques années encore la presque totalité des surfaces en été, sont en diminution. En particulier, la culture du haricot n'est pratiquement plus vendue à cause du faible prix de vente et sa production est aujourd'hui destinée à la consommation familiale. Le tabac est lui aussi en diminution plutôt pour des raisons de risque en santé humaine à cause de l'application de nombreux produits phytosanitaires. Seul le maïs grain continue à occuper une place importante et peut être destiné soit aux animaux sous forme de farine grossière soit vendu si le prix proposé est intéressant.

Le maïs ensilage occupe désormais une place prépondérante, sa surface augmentant chaque année en fonction de l'augmentation de la taille du troupeau.

¹⁹ Ici, on ne considère le mode d'alimentation que des vaches en production, les autres catégories d'animaux ayant un autre schéma d'alimentation qui sera décrit plus loin.

Figure 9 : Analyse factorielle des composantes multiples



b) Groupe II : exploitations moyennes en cours de « spécialisation » (23,5% de l'échantillon)

Ce groupe d'exploitants est particulier dans le sens où leur activité laitière s'est en partie développée grâce à une activité autre que l'agriculture. Soit par un travail du mari à l'extérieur de l'exploitation, soit par une activité d'élevage connexe (engraissement bovin ou porcin), ces exploitants ont **conflé l'activité laitière à leur femme**. Développée plus ou moins récemment, cette activité se caractérise par un investissement important en équipement (trayeuse, réfrigérateur, salle de traite) par rapport à la taille de l'exploitation. Cet investissement est récent et correspond à la fois au développement des circuits de collecte de lait et à la mise aux normes en matière d'hygiène. Aussi, la main d'œuvre étant moindre que dans le groupe I, ces équipements facilitent le travail quotidien dans la mesure où il est rentabilisé.

Ainsi, avec une taille de troupeau relativement peu importante (entre 12 et 29 bovins) et une quinzaine de vaches en lactation en moyenne, la quantité de lait livré par an est importante, de l'ordre de 30 000 à 70 000 litres. Cette quantité de lait produit est la résultante d'une productivité par vache élevée (4200 à 5800 litres par vache par an) certainement en rapport avec l'amélioration génétique récente et les apports alimentaires.

Le mode d'alimentation des vaches en production est relativement homogène, avec jusqu'à 70% des surfaces réservées aux pâturages en hiver et des pâturages rotatifs sur *milheto* ou prairies pérennes en été afin de cultiver d'une part du maïs ensilage en quantité suffisante et d'autre part du maïs grain pour ceux qui font de l'engraissement bovin ou porcin. Le mari ayant peu de temps à consacrer aux activités agricoles annuelles, le restant des surfaces est intégralement loué ou cultivé par un tiers.

L'apport en aliments extérieurs en concentré uniquement permet dans une certaine mesure²⁰ d'accroître les performances individuelles des vaches en production.

Ce groupe est dans une dynamique d'évolution récente dans la mesure où l'intensification de l'activité laitière date de 3 à 6 ans. L'intégration de l'activité d'élevage est bien antérieure à cette transformation avec un élevage qui demeurait jusqu'alors marginal dans la formation du revenu de l'exploitation. Cette « spécialisation récente » aura donc des conséquences sur l'évolution des modes d'allocation de la biomasse comme nous le verrons plus loin.

c) Groupe III : Grandes exploitations agricoles avec intégration A-E plus ou moins récente (23,5% de l'échantillon)

Ce groupe d'exploitants bénéficie d'une surface agricole très importante (de 65 à 130 ha) principalement sur des terres de bonnes aptitudes agronomiques situées sur un plateau. Ce sont des agriculteurs de longue date qui consacrent la majeure partie de leurs parcelles aux grandes cultures annuelles en été, entre 60% et 80% en soja et maïs grain.

La rente agricole importante de ces cultures leur a permis d'investir progressivement dans l'achat d'animaux destinés à la production laitière.

Ce développement de l'activité laitière semble plus progressif que dans le groupe II même si les dates de création sont semblables.

En effet, si la taille du troupeau est nettement plus élevée que dans le groupe II (de 29 à 51 bovins) avec une vingtaine de vache en moyenne en lactation qui produisent un volume total de lait par an de 70 000 à 134 000 litres, les performances individuelles sont bien moindres avec des productivités situées entre 3200 et 4200 litres par vache par an. Ainsi, avec un système d'élevage certainement plus extensif, ce groupe joue plutôt sur la quantité globale de lait livré que sur la productivité du troupeau.

²⁰ L'apport en concentré est considéré par certains comme aliment de base de la ration, permettant certes un gain de productivité mais pouvant causer des troubles pathologiques d'excès protéique (« jaunisse » ou stéatose hépatique).

Tableau 3 : synthèse des différents caractères structuraux pour chaque groupe

		GROUPE 1 Petites exploitations à intégration récente		GROUPE 2 Exploitations moyennes en cours de spécialisation		GROUPE 3 Grandes exploitations avec intégration A-E plus ou moins récente		GROUPE 4 Exploitations avec intégration élevage laitier ancien	
Date création activité laitière		entre 1 et 3 ans (création partielle ou totale)		entre 3 et 6 ans		entre 1 et 6 ans		> 6 ans	
STRUCTURE	Surface	10 à 35 ha		25 à 50 ha		50 à 130 ha		25 à 60 ha	
	Nombre bovins	- 7 à 12 bovins lait - 5 à 9 VL		- 18 à 29 bovins lait - 7 à 12 VL		- 29 à 51 bovins lait - 20 à 30 VL		- 51 à 61 bovins lait - 25 VL	
	Equipements	- traite manuelle - réfrigérateur normal - aménagement minimum dans l'étable		- 1 trayeuse - Réfrigérateur à eau - Etable avec sol cimenté		- 2 trayeuses - Tank réfrigérateur - Etable avec sol cimenté ou salle de traite		- 3 trayeuses - Tank réfrigérateur - stabulation, salle de traite, récupération du lisier	
PERFORMANCES LAITIÈRE	Production totale	14 600 à 30 000 litres / an		30 000 à 70 000 litres / an		70 000 à 134 000 litres / an		134 000 à 164 000 litres / an	
	Productivité annuelle	2 300 à 3 200 litres / vac / an		4 200 à 5 800 litres / vac / an		3 200 à 4 200 litres / vac / an		> à 5 800 litres / vac / an	
	Production par ha de surface fourragère	1 100 à 6 000 litres / ha / an		2 500 à 6 000 litres / ha / an		1 100 à 4 200 litres / ha / an		4 200 à 9 000 litres / ha / an	
ASSOLEMENT	Surface cultures de vente annuelle d'été / Surface totale	CV	De 0 à 30%	CV	De 0 à 50%	CV	De 65 à 80%	CV	De 40 à 50%
	Surface Fourragère d'été / Surface totale	De 28 à 75%	SFE	De 30 à 60%	SFE	De 10 à 22%	SFE	De 35 à 50%	SFE
	Surface Fourragère d'hiver / Surface totale	De 15 à 85%	SFH	De 35 à 65%	SFH	De 5 à 35%	SFH	De 55 à 70%	SFH

Ceci résulte d'un choix stratégique fort afin de favoriser au mieux les conditions de production agricole en ajustant au plus près les besoins alimentaires du troupeau en production. Ainsi, le mode d'alimentation est basé sur une exploitation raisonnée des plantes de couverture en hiver en limitant la pression animale et en couvrant les besoins alimentaires avec de l'ensilage de maïs durant cette période. De la même façon, la surface en été étant réservée aux cultures annuelles, l'accès aux pâturages est restreint aux animaux en production sur des petites parcelles de *milheto*, une complémentation d'ensilage de graminée d'hiver (avoine ou Ray Grass Italien) couvrant les besoins de production à cette période. De cette manière, l'exploitant tente de minimiser l'impact des animaux sur ses parcelles cultivées en jouant sur la mise en place de stock fourrager disponible toute l'année. L'apport de concentré dans la ration est minime grâce à la transformation de farine de céréale sur place. Les terres éloignées et louées sont réservées exclusivement à l'agriculture, les points d'eau y faisant souvent défaut pour les animaux.

d) Groupe IV : exploitations avec une intégration laitière ancienne (12% de l'échantillon)

Ces exploitants ont commencé l'activité laitière au début des années 90 et ont aujourd'hui un troupeau important d'environ 60 têtes et 25 vaches en moyenne en lactation. Les investissements en équipement sont aujourd'hui dans une seconde phase pour évoluer vers un système appelé semi-confiné où l'animal sort très peu sur les pâturages.

Cette évolution est conditionnée par les surfaces restreintes en leur possession (de 25 à 60 ha), et une volonté de maintenir au maximum une activité agricole rémunératrice permettant d'effectuer des investissements importants dans l'élevage notamment.

Aussi, le mode d'alimentation est orienté vers une utilisation maximale des plantes de couverture fourragères d'hiver (jusqu'à 86% de la surface totale) par des pâturages légers en début d'hiver et un ensilage de graminées en fin de cycle hivernal. Ce pâturage léger en début d'hiver correspond à une offre fourragère importante à cette saison, puis l'ensilage de maïs vient en remplacement du pâturage afin que l'exploitant puisse produire de l'ensilage à partir des repousses d'avoine ou de Ray Grass.

La culture de *milheto* (*Setaria italica*) prend alors le relais comme fourrage d'été avec complémentation d'ensilage de graminée, libérant ainsi au maximum des surfaces pour la culture de soja et de maïs grain.

Aussi, suivant leur gestion du stock et de l'offre fourragère sur pied, l'exploitant peut sacrifier quelques hectares de maïs ensilage pour le vendre en grain permettant ainsi une rente supplémentaire.

Avec ce système plus intensif que les 3 précédents, ces exploitations atteignent des niveaux de production laitière élevés (134 000 à 164 000 litres de lait par an) avec des productivités individuelles intéressantes, supérieures à 5800 litres de lait par vache par an.

Le **tableau 3** fait une synthèse des structures rencontrées dans chaque groupe avec les différents modes de fonctionnement entre les surfaces fourragères d'été et d'hiver ainsi que les cultures de rente.

2. REPRODUCTION ET CONDUITE DU TROUPEAU

a) La reproduction

Le développement récent depuis environ 2 ans de l'insémination artificielle (I.A) subventionnée sous l'impulsion des services de l'élevage de la préfecture d'Irati, a permis à la majeure partie des exploitants laitiers d'en bénéficier. Ce mode de reproduction est désormais adopté par tous grâce à un prix très incitatif (5 \$ US par I.A), seuls quelques exploitants demandent encore le taureau du voisin en cas d'échec de l'I.A.

Malgré une connaissance « culturelle » de l'élevage laitier pour la production familiale, le passage à un élevage orienté vers le marché met en évidence les lacunes en matière d'organisation de la reproduction dans pratiquement toutes les exploitations.

En réalité, le contrôle de la saillie ou de la fécondation pour étaler la production sur l'année entière est inexistant. Elles interviennent dès les premières chaleurs pour les génisses, et dès les 2ème pour les vaches adultes après mise bas. De ce fait, on observe une certaine saisonnalité des naissances, qui débutent en automne vers les mois de février-mars pour s'achever vers le début de l'été au mois d'octobre. Ces mises bas correspondent effectivement à la période où la production de fourrage est la plus forte et où le niveau d'entretien des vaches permet un taux de fécondité plus élevé. Ainsi, les pics de lactation sont étalés au cours de l'hiver à l'image des mises bas, et le nombre de vaches en lactation est maximal en été en décembre en période de production fourragère de qualité moyenne.

Cette saisonnalité est souvent dénoncée par les coopératives laitières allant même jusqu'à refuser du lait en été pour des raisons plus ou moins justifiées. Seuls quelques **grands exploitants dont le lait est devenu le revenu principal, mettent en place un contrôle des inséminations** de façon à étaler au maximum la production.

Les enquêtes plus approfondies sur le thème de l'allocation de la biomasse, n'ont pas permis de mettre en évidence les problèmes de mortalité, d'avortement ou d'échec de fécondation. Les intervalles entre mise bas semblent être de l'ordre de 11 à 14 mois, avec des périodes souvent respectées de tarissement de 70 jours. La majorité des personnes enquêtées disent attendre les secondes chaleurs pour effectuer l'I.A. Ces intervalles ont par ailleurs été pris en compte pour la calcul de la productivité annuelle individuelle.

b) Mode de conduite des troupeaux

Le mode de conduite des troupeaux apparaît comme très homogène entre les différents groupes d'exploitants que nous venons d'exposer.

Le schéma global d'exploitation du troupeau fonctionne avec 3 lots :

- Lot 1 : veaux mâles et femelles jusqu'à l'âge de 3 mois
- Lot 2 : génisses jusqu'à 14 mois, vaches tarées
- Lot 3 : vaches en lactation

Lot 1 : Les veaux mâles restent sur l'exploitation jusqu'à l'âge de 3 mois puis sont vendus pour environ 60 \$ US à des structures d'engraissement. Ils sont groupés sur de toutes petites parcelles avec les vaches, leur alimentation est complétée vers le 3ème mois par des légumineuses coupées quotidiennement comme la vesce. Les vaches rejoignent ensuite le lot 2 des animaux improductifs.

Lot 2 : Ces animaux demeurent sur des parcelles que l'on appellera « tampon », en général situées près de l'étable. Ces parcelles sont des sous bois, des prairies permanentes souvent surpâturées où

les animaux restent la journée pour de longues périodes. Une alimentation d'appoint leur est fournie quotidiennement à l'auge sous forme de fourrage grossier comme la canne à sucre, l'herbe éléphant ou le maïs ensilage. Ce mode de conduite, que l'on rencontre majoritairement, évite au producteur, en gardant ces animaux sur des parcelles non cultivées d'avoir une pression animale trop importante sur les « bonnes » parcelles, pression qui pourrait nuire aux cultures suivantes sous l'effet du piétinement principalement.

Lot 3 : les vaches en lactation bénéficient des parcelles aux aptitudes fourragères les plus intéressantes et souvent peu éloignées de l'étable pour la traite. Ainsi, ce lot est réduit en effectif de manière à diminuer la charge animale sur ces parcelles. Les primipares rejoignent ce lot dès la mise bas, puis le producteur séparera de manière physique les vaches en fin de lactation pour les tarir, souvent en pratiquant un jeûne et des soins pour éviter les mammites. Ces vaches tarées rejoignent les autres vaches improductives du lot 2 sur la parcelle « tampon ».

3. SYSTEME FOURRAGER / OFFRE GLOBALE

Les systèmes fourragers que nous avons rencontrés ont de nombreux points communs dans leur disposition spatiale. Ces 4 grands points communs forment la base solide du système fourrager et sont modulés selon des modes d'alimentation particuliers décrits ultérieurement :

- Pâturages pérennes d'été, parcs et forêt.
- Surface variables de fourrages cultivés en rotation avec les cultures annuelles
- Alimentation à l'auge à l'étable ou au parc
- cultures pour l'alimentation d'appoint

a) Pâturages pérennes d'été, parcs et forêt.

Les pâturages pérennes rencontrés correspondent à des prairies dites natives composées d'espèces locales comme l'herbe fourchue (*Paspalum notatum*) ou l'herbe de jardin (*Axonopus affinis*), ou d'espèces rapportées comme *Hematria altissima* encore peu développée malgré les recherches du IAPAR « Fazenda Modelo ». Ces prairies semblent produire assez peu de matière sèche et ne sont pas considérées comme des parcelles fourragères pour la production laitière. L'absence d'entretien (fertilisation, travaux de régénération) est accentuée par une certaine tradition « extractiviste » sur ces parcelles. João José Passini (1995), dans son étude des systèmes d'élevage laitier pour la coopérative CLAC, relève que ces « prairies ont peu de valeur aux yeux des producteurs » mais souligne leur importance au niveau de la conduite du troupeau. Elles ne représentent jamais plus de 10% de la surface totale de l'exploitation (appelée « potreiro ») mais jouent un rôle « tampon » très important dans la régulation de la conduite du troupeau. En effet, autant en été qu'en hiver, elles sont destinées à recevoir les animaux improductifs en nombre souvent important, en plus des vaches en lactation lorsque la pluie empêche l'entrée du troupeau sur les autres parcelles (limitation à l'impact du piétinement).

Pourtant, les travaux effectués par Postigioni (1997) et Moletta du IAPAR sur *Hematria altissima* variétés *Roxinha* et *Florida* montrent que cette graminée stolonifère très résistante aux gelées hivernales peut produire jusqu'à 20 tonnes de matière sèche avec une fertilisation adéquate. Aussi, des essais ont été réalisés sur la variété de *Cynodon dactylon* Tifton 85 par la Fondation ABC de Castroland et donnent de très bons résultats à condition d'appliquer une fertilisation élevée.

Forêts

Les interdictions de coupe de bois vivant ou mort dans l'Etat du Paraná font que certains propriétaires sont dans l'obligation de geler ces surfaces boisées. Cela touche particulièrement les petits propriétaires installés après cette mesure dans la région d'Irati. De ce fait, cela constitue un frein au développement des surfaces cultivables mais elles constituent des zones de pâturage de moindre qualité fourragère. De nouveau, on retrouvera ces surfaces comme aires « tampon » en période critique. En outre, ces sous bois permettent un ombrage intéressant durant les périodes chaudes.

b) Surface variables de fourrages cultivés en rotation avec les cultures annuelles

Pâturages annuels d'été

La période d'été (novembre à février) est une saison chaude et humide qui offre beaucoup d'options en matière de fourrages tropicaux. Pourtant, il existe peu de stratégies de culture à cette période. Le seul fourrage cultivé pour le pâturage est le **milheto**. Le *milheto* ou pâturage italien est le nom brésilien donné à plusieurs espèces telles que *Setaria italica* ou foxtail millet, *Pennisetum glaucum* et *americanum*. Vu les descriptions faites par les producteurs, il semble que le *milheto* utilisé soit *Setaria italica*. Il est semé tôt en début d'été en septembre pour faire face à la période critique de printemps (fin de la pousse de Ray Grass). La plupart du temps, il est utilisé en système de pâturage rotatif contrôlé par des clôtures électriques sur de petites surfaces. C'est un pâturage souvent intensif avec 2 à 3 passages d'animaux, qui peut être utilisé jusqu'au mois de février à condition de faire des semis échelonnés. Sa production de matière sèche peut atteindre 15 tonnes à l'hectare selon l'époque du semis (tableaux 5 et 6).

Le *milheto* constitue l'unique ration fourragère de base pour la production de lait à cette période en tant que pâturage.

Tableau 5 : Paramètres de rendement du *milheto* ou *Pennisetum americanum* (variété BN-2)

Paramètres	Epoques de semis			
	Septembre	Novembre	Février	Avril
Développement (jours)	30	70	80	54
Production de matière brute (t/ ha)	28	60 (ensilage)	80	36
Production de matière sèche (t/ ha)	3.5	15	9	6
% de matière sèche	12.5	25	28	17
Protéine brute dans la MS (%)	21	13	11 à 12	15

Source : Salton, J.C, Embrapa, Campo Grande, MS, 1996.

Tableau 6 : Rendement de matière sèche de variété de *milheto* et sorgho fourrager soumis à plusieurs coupes (fertilisation : 120 kg de N en 3 fois).

Espèces/ variétés	Matière sèche (kg/ ha)				
	1ère coupe	2ème coupe	3ème coupe	4ème coupe	Total
Semis au 15 - 11	1ère coupe	2ème coupe	3ème coupe	4ème coupe	Total
Dates	14 - 01	01- 02	11 - 03	14 - 04	
Milheto commun	3.846	5.036	4.059	4.485	17.426
Milheto Nutrifeed	2.364	4.538	4.147	6.654	17.703
Sorgho 855-F	3.728	2.583	3.650	3.377	13.338
Sorgho 2501	4.094	2.056	3.177	2.834	12.161
Sorgho P-816	2.867	1.724	2.559	3.371	10.521

Source : IAPAR- Ponta Grossa, 1992/ 1993.

Le **Papuã** (*Brachiaria plantaginea*) qui est considéré comme une adventice des cultures annuelles est aussi utilisé comme fourrage soit en pâturage direct ou le plus souvent en coupes régulières au milieu des cultures non récoltées pour éviter l'entrée des animaux. Demandant beaucoup de travail et de main d'œuvre, seuls les petites exploitations familiales peuvent encore se permettre cette pratique si elle ne coïncide pas avec la récolte du haricot en février. Il est souvent associé à *Digitaria horizontalis* (plus fine et poilue), et repousse spontanément dans le maïs. Cette offre fourragère apparaît vers la fin du mois de décembre jusqu'au mois de mai. C'est pratiquement le seul fourrage exploité à cette période en plus du *milheto*. Il contient environ 16% de protéines avant floraison.

Pâturages annuels d'hiver

L'**avoine noire** (*Avena strigosa* Schieb) est la graminée précoce la plus développée dans cette région. Très utilisée comme plante de couverture en agriculture, sa destination pour le pâturage est récente. Semée tôt de mars à juin, elle offre environ 50 jours de pâturage pour environ 3 UA²³/ ha. Garcia Sa²⁴ (1995) relève qu'une vache nourrie exclusivement au pâturage d'avoine peut produire en moyenne 13 kg de lait par jour contre 11 kg avec une alimentation de 30 kg d'ensilage de maïs et 3.6 kg de concentré. Elle a un développement initial rapide, sa digestibilité est de 80 % au stade feuille, 70% au stade bouton floral, 60% au stade de formation des grains et 50 % à la floraison. Le rendement en matière sèche varie en sens inverse et augmente de 0,5 t/ ha au stade bouton floral à entre 2 et 6 t/ ha au stade floraison. Avec le temps, le taux de protéines, de minéraux et le pourcentage de feuilles diminue pendant que les fibres et la proportion de liges augmentent (Blaser, 1988 cité par Garcia As, 1995). Les taux de protéines brutes sont de l'ordre de 22% de la MS en 1ère coupe et de 12% de la MS en 2ème coupe²⁵.

Les semis sont en général échelonnés de mars à juin sur plusieurs parcelles permettant ainsi d'allonger la période de pâturage à environ 100 jours, le premier pâturage étant effectué entre 45 et 60 jours après semis alors que la plante a atteint 25 à 35 cm de hauteur.

Quelques producteurs, en général ceux qui possèdent des matériels de coupe, effectuent un ensilage d'avoine à environ 5 mois après le semis vers le mois d'août afin de constituer un stock d'aliments pour l'été (cycle de 140 à 190 jours). L'avoine ayant une bonne capacité de tallage, ces producteurs pratiquent un déprimage précoce environ 60 jours après le semis afin d'augmenter la quantité de

²³ 1 UA = 450 kg de poids vif.

²⁴ « Utilização da aveia na alimentação animal », Garcia As J.P, IAPAR, 1995, p11 et 12, citant Coser et al. (1981).

²⁵ « Aveia : forragem e cobertura do solo », Machado L. A Z., Embrapa Agropécuaria Oeste, 2000, p10.

feuilles pour atteindre une production de 3,5 à 4,5 tonnes/ ha de matière sèche. Certains auteurs citent une sensibilité au piétinement.

L'**avoine blanche** (*Avena sativa* L.) est très peu adoptée pour le pâturage malgré ses améliorations génétiques récentes, et se voit plutôt destinée à la production de grain.

L'avoine noire est souvent cultivée en association avec le **Ray Grass d'Italie** (*Lolium multiflorum* L.), graminée annuelle à ressemis spontané. Son développement initial plus lent que l'avoine et son cycle plus long (d'environ 210 jours) font d'elle une graminée fourragère très complémentaire de l'avoine pour les pâturages d'hiver. En outre, il possède une meilleure appétibilité et digestibilité que l'avoine. Il est semé ou repousse spontanément en même temps que le semis d'avoine et est pâturé après l'avoine vers le mois de juillet jusqu'à fin octobre, soit environ pendant plus de 150 jours.

Peu exigeant en fertilité, rustique, le RGI aime l'humidité mais pas les sols engorgés. Le premier pâturage ou coupe ne doit pas se faire à une hauteur inférieure à 7-10 cm afin de garantir une repousse rapide et vigoureuse (Garcia Sa, 1995). Le pâturage est conseillé au minimum 60 jours post semis (50 jours post émergence des plantules) après la période de tallage quand la plante a atteint 30 à 40 cm. Le second pâturage est conseillé après 30 jours.

Le pourcentage de matière sèche et le taux de protéine évoluent en fonction de l'âge comme le montrent les résultats d'expérimentations conduites par la Fondation ABC en région plus humide que la région d'Irati (tableau 7).

Tableau 7 : Valeurs des productions de matière sèche (kg/ ha), taux de protéine brute (PB en % de MS) et valeurs des fibres (NDF, ADF) suivant les intervalles de coupes, Castro, 1996/ 1997.

Jours après semis	% MS	Kg de MS	PB	NDF	ADF
45	13.8	565	37	50	28
65	11.0	1 629	27	54	33
85	12.9	2 854	20	60	38
105	17.2	4 038	15	66	44
125	23.5	5 112	12	73	49
145	29.1	6 065	10	80	55

Source : Fondation ABC, Castro, 1996/ 1997

NB : Fertilisation de base : 200 kg de 05-25-25 et fertilisation de la couverture : 170 kg de N / ha.

L'ensilage ou les coupes sont toujours réalisés sur des parcelles implantées en RGI seulement, l'association avec l'avoine avec des cycles de développement décalés ne permettant pas de réaliser un ensilage des deux espèces aux stades optimum.

Peu de producteurs optent pour l'ensilage de RGI lui préférant l'ensilage d'avoine qui produit plus en quantité. Par exemple l'ensilage de RGI est effectué fin août avec un semis début avril. En réalité, les exploitants préfèrent réaliser des coupes journalières sur les parcelles éloignées non pâturées.

Il est à noter que personne ne cultive de seigle (*Secale cereale* L.) graminée plus précoce que l'avoine et qui pourrait éviter la période critique d'automne. Il semblerait que cette espèce soit peu appréciée par les animaux.

c) Alimentation à l'auge à l'étable ou au parc

Cultures annuelles d'été pour l'ensilage

Le **sorgho fourrager** (*Sorghum arundinaceum*) est encore très peu développé dans cette région. Les quantités de matière sèche pouvant être récoltées (**tableau 5**) montrent que ce fourrage est intéressant pour cette période. Seuls les grandes exploitations laitières le cultivent souvent en 2ème cycle après un maïs ensilage semé en début d'été. En effet, la réalisation de plusieurs ensilages dans l'année nécessite d'avoir en sa possession les machines agricoles pour le faire, sinon le coût serait trop élevé.

Le **maïs ensilage** est devenu en quelques années le fourrage incontournable pour la gestion de l'alimentation dans l'ensemble des exploitations. L'ensilage de maïs est utilisé comme ration de base pour l'ensemble du troupeau et la majorité des agriculteurs souhaite en avoir pour toute l'année même s'ils n'y parviennent pas tous. Cet aliment constitue un volant de sécurité alimentaire pour les périodes stratégiques de manque fourrager chez les exploitants ayant peu de surface à lui consacrer et comme ration de base chez les autres. En général, il sert à combler le manque fourrager de la fin de l'été, mais l'exploitation tardive du Ray- Grass Italien au début de l'été oblige l'agriculteur à retarder la date du semis du maïs pour l'ensilage. De ce fait, l'ouverture du silo interviendra après la période critique d'automne.

Passini (1995) constate que le maïs ensilage est souvent récolté au mauvais stade d'utilisation, ce qui diminuerait ainsi sa productivité par rapport à d'autres fourrages. Aussi, il souligne que sa production en quantité reste faible avec une moyenne de 31 tonnes/ ha, ce qui correspond plus ou moins aux données recueillies lors des enquêtes avec une moyenne de 22 t/ ha et une variabilité allant de 10 à 65 t/ ha. Aussi, un effort important de vulgarisation est réalisé afin d'améliorer la qualité de ce fourrage, et nous avons pu constater qu'en général les silos étaient bien conçus, avec une bonne compaction permettant une meilleure conservation anaérobie. Toutefois, le pourcentage de grains demeure assez faible, et la taille des particules restent grossière empêchant une bonne compaction (odeur forte à l'ouverture de certains silos) et diminuant la surface d'attaque enzymatique dans le rumen.

Il est la plupart du temps récolté collectivement, grâce à des associations d'agriculteurs (type Coopérative d'Utilisation de Machines Agricoles) ou à l'entraide entre voisins. C'est un travail considérable pour les petits agriculteurs qui utilisent encore des charrettes à traction animale.

Les variétés semées sont rarement des hybrides permettant une grande production de fourrage vert, on retrouve plutôt des variétés de maïs grain. En effet, le producteur se donne le temps de choisir au dernier moment et suivant le cours du marché du grain, la destination de son maïs. Ainsi, un maïs au départ destiné aux animaux pourra être vendu en grain selon le prix proposé.

Par ailleurs, la gestion du stock d'ensilage peut être déterminant dans celle du troupeau et des cultures à certaines périodes. En effet, les exploitants qui ont pu faire un stock conséquent de maïs ensilage peuvent retirer plus tôt leurs animaux en fin d'hiver afin de laisser repousser la plante de couverture et réaliser le SCV avec de bonnes quantités de biomasse.

Les rations quotidiennes de maïs ensilage sont de l'ordre de 15 à 20 kg par jour par animal soit environ 7 kg de matière sèche/ jour/ animal. Il est à noter qu'un des exploitants utilise le maïs pour effectuer un pâturage précoce en début d'été, lorsque celui-ci a une hauteur d'environ 60 cm.

Cultures annuelles d'été pour le grain

Le **maïs grain** est la culture de base de toutes les exploitations. En rotation avec le haricot chez les petits agriculteurs ou avec le soja chez les grands, il fait partie des cultures traditionnelles de la région. Il est généralement broyé et donné à l'auge tout au long de l'année. Aussi, on le retrouve comme aliment énergétique de base de la ration afin d'en diminuer le coût. Toutefois, les analyses économiques effectuées chez certains producteurs montrent que la fluctuation des prix du maïs oblige le producteur à produire un maïs avec un coût élevé. En effet, ne sachant pas lors de la campagne quelle sera la destination de son maïs à la récolte, il le cultive avec le plus grand soin, c'est à dire avec beaucoup d'intrants (fertilisation, herbicides) qui ne sont pas forcément nécessaires à une production de grain pour l'alimentation animale. Ce coût est ainsi répercuté dans la ration à base de maïs grain qui pour le même coût pourrait être substitué par un aliment plus énergétique.

Le **soja** est très largement cultivé chez les grands exploitants mais se retrouve peu dans la ration. En général, il est utilisé sous forme de résidus d'enveloppes (casquinha de soja).

d) Cultures pour l'alimentation d'appoint

En période estivale, quelques fourrages tropicaux peuvent apparaître comme fourrages d'appoint. La **canne à sucre** (*Saccharum officinarum*) est peu cultivée car elle craint les fortes gelées. On la retrouve en bordure de parcelle, utilisée sous forme de coupes et broyée. Les personnes l'utilisent comme aliment d'appoint pour les vaches improductives, ou lorsque le manque fourrager en automne est important.

L'**herbe éléphant** (*Pennisetum purpureum*) est bien plus développée que la canne à sucre. Plusieurs variétés sont proposées comme l'herbe éléphant du Cameroun, la naine, et « napié ». Surtout implantée sur des cordons anti-érosifs et en bordure de champ, c'est un aliment d'appoint important pour les petits producteurs, les grands l'ayant abandonnée à cause du travail nécessaire pour effectuer les coupes. Cultivées du 15 novembre au mois d'avril, les repousses permettent environ 6 coupes. Sa productivité en matière sèche est élevée (jusqu'à 22 tonnes de MS/ ha à 90 jours²⁶), le taux de protéines diminuant de 16% à 30 jours à 13% à 90 jours (d'autres expérimentations parlent de 4% à 8% de protéine brute²⁷). Sa faible valeur énergétique lui confère une fonction d'aliment volumineux riche en cellulose intéressant en période de manque fourrager. Aussi, les fortes gelées précoces du mois de juillet de cette année ont pratiquement atteint toutes les cultures, obligeant à repiquer à nouveau pour l'année suivante.

Des essais de croisement²⁸ avec le *milheto* (*Pennisetum glaucum* (L) R.Br.) ont donné l'herbe éléphant « Paraiso Matsuda » et permettent d'augmenter les qualités nutritives de *Pennisetum Purpureum* et sa résistance au gel (résistance jusqu'à des températures de -18°C). Les **tableaux 8 et 9** donnent les potentialités de production et les valeurs nutritives de cette variété.

²⁶ Données recueillies avec Molleta, Fazenda Modella, IAPAR de Ponta Grossa, 2001.

²⁷ « Manejo do solo de baixa aptidão agrícola no Centro-Sul do Paraná », Merten G.H, IAPAR-Londrina, 1994, p91.

²⁸ Croisement effectué par la firme Matsuda, centrale de génétique

Tableau 8 : Production de matière sèche de l'herbe éléphant « Paraiso Mutsado » à intervalle de coupe de 35, 70 et 135 jours

<i>Intervalles de coupes</i>	<i>Nombre de coupes</i>	<i>Production de matière sèche (kg/ ha)</i>
35 jours	9	21.150
70 jours	4	38.470
105 jours	3	31.600

Source : Vilela et al (1998), cité dans la brochure de la firme Mutsado.

Tableau 9 : Valeur nutritive (protéine brute et Nutriments Digestibles Totaux – NDT) de l'herbe éléphant « Paraiso Mutsado ».

<i>Intervalles de coupe</i>	<i>Nombre de coupes et valeur nutritive</i>					
	<i>1ère coupe</i>		<i>2ème coupe</i>		<i>3ème coupe</i>	
	<i>PB (%)</i>	<i>NDT (%)</i>	<i>PB (%)</i>	<i>NDT (%)</i>	<i>PB (%)</i>	<i>NDT (%)</i>
35 jours	16.4	53.4	16.9	48.0	8.7	46.0
70 jours	15.5	50.8	11.3	53.7	10.3	49.8
135 jours	8.9	47.2	8.2	45.2	8.0	46.2

Source : Vilela et al (1998), cité dans la brochure de la firme Mutsado.

Banque de protéines

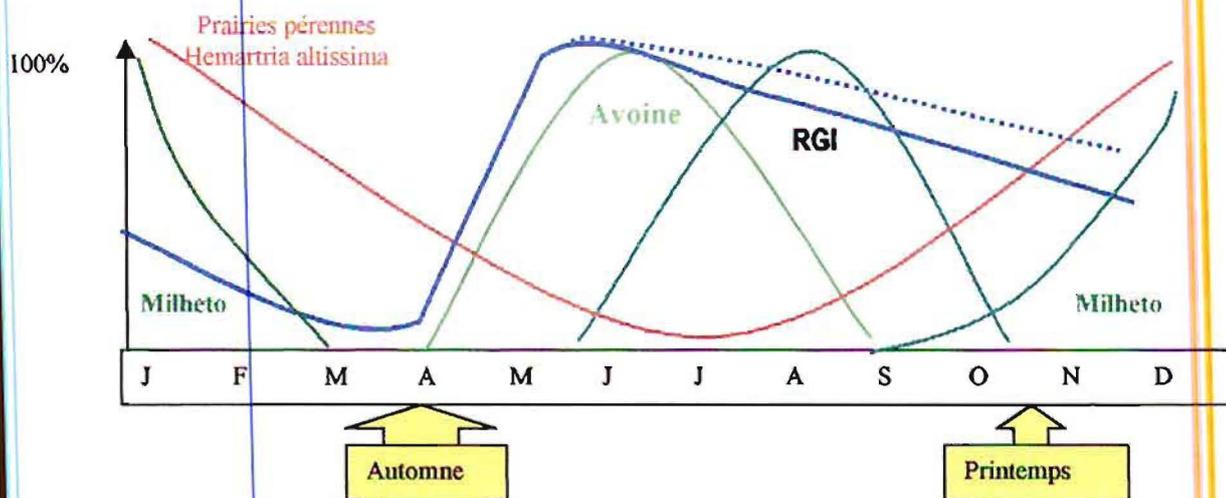
La **vesce commune** (*Vicia sativa* L.) est la seule légumineuse implantée pour l'alimentation animale. La culture de vesce a commencé récemment à augmenter, depuis qu'elle est plantée en association avec le maïs dont la tige lui sert de tuteur après récolte de l'épi. Annuelle, espèce hivernale à croissance rapide, elle a un pouvoir germinatif de 5 à 6 ans et est résistante aux températures basses. Elle produit environ 15 tonnes de matière brute et 5 tonnes de matière sèche avec un taux de protéine brute d'environ 12%. Elle n'est jamais pâturée car très fragile au piétinement des animaux et est récoltée par coupe journalière du mois de juin à août. Seules les petites exploitations avec beaucoup de main d'œuvre peuvent se permettre cette pratique, elle est inexistante chez les autres.

Elle sert en fait de banque de protéine et a un rôle d'engrais vert important (90 kg de N restitué à l'hectare). On rencontre aussi la **vesce poilue** (*Vicia villosa* L.) qui n'est pas du tout appréciée par les animaux et qui est uniquement utilisée comme engrais vert.

e) Bilan de l'offre alimentaire globale

Les figures 10 et 11 font une synthèse de l'offre fourragère et alimentaire que l'on retrouve généralement dans ces systèmes d'élevage. Malgré des modes de régulation complexes avec des gestions variables de stock fourrager (ensilage principalement), il apparaît plusieurs périodes critiques au cours de l'année.

Figure 10 : Offre globale des pâturages et courbe de lactation.



Les périodes critiques semblent être situées surtout en automne et un peu au printemps (manque fourrager temporaire).

Les producteurs plus spécialisés décalent la reproduction et les mises-bas pour avoir une production de lait plus étalée sur la fin de l'année.

Figure 11 : Calendrier d'alimentation

Aliments	Mois	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	sept	Oct	Nov	Déc
Maïs ensilage													
Maïs grain													
Milheto													
Sorgho fourrager													
Herbe éléphant													
Canne à sucre													
Brachiaria p.													
Pâturage pérenne													
Avoine													
RGI													
Vesce													
		<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #c8e6c9; border: 1px solid black;"></div> Offre alimentaire minimum </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="width: 15px; height: 15px; background-color: #a5d6a7; border: 1px solid black;"></div> Offre alimentaire maximum </div>											

Les périodes critiques se présentent apparemment de mars à juillet, quand l'agriculteur doit utiliser les aliments d'appoint ou l'ensilage de maïs et en octobre lorsque le pâturage de RGI se termine et que les pâturages pérennes ou de *milheto* n'ont pas encore débuté. On comprend donc qu'un retard dans le semis du maïs pour l'ensilage ou l'absence d'aliments d'appoint peuvent avoir des conséquences importantes sur la balance fourragère.

4. PERIODE CRITIQUE ET SYSTEME D'ALIMENTATION

- 35% pensent que les périodes de crise se situent en périodes de transition en fin d'hiver et début de printemps.
- 29% des producteurs répondent que c'est en automne (avril-mai-juin)
- 29% pensent que c'est en été (septembre-octobre-novembre).
- 6% pensent que la période critique est située en hiver (juin-juillet-août).

• **Période critique de printemps**

Correspond à la principale période de transition climatique durant laquelle les cycles de fourrages tempérés se terminent et où un laps de temps s'écoule avant la croissance des prairies et des fourrages tropicaux. Les personnes n'ayant pu constituer un stock suffisant en maïs ensilage ou en ensilage d'avoine ont un manque fourrager temporaire et ont du mal à alimenter correctement l'ensemble du troupeau. Seules les vaches encore en production sont nourries normalement.

• **Période critique d'automne**

Le *milheto* arrive en fin de production, et les exploitants ont la plupart de leurs parcelles occupées par les grandes cultures de grain comme le maïs et le soja. En règle générale, les grands exploitants régulent ce manque fourrager avec un ensilage précoce de maïs ensilage, les plus petits avec des fourrages d'appoint comme l'herbe éléphant, des coupes de *Brachiaria*, ou la canne à sucre.

• **Période critique d'été**

C'est la principale période problématique pour les producteurs ayant des petites surfaces. En effet, les parcelles réservées au *milheto* sont restreintes et consacrées en priorité au maïs grain et haricot, et les prairies pérennes présentent de très faibles niveaux de production. N'ayant pu produire d'ensilage d'avoine (manque de surface, de machines), les faibles ressources en aliments d'appoint ne permettent pas d'éviter cette période de manque alimentaire.

• **Période critique d'hiver**

Cette période d'offre fourragère, importante lorsque l'étalement des pluies permet une bonne croissance de l'avoine et du RGI comme cette année, n'est critique que pour les producteurs qui possèdent un effectif d'animaux très important sur de petites surfaces. La volonté de faire pâturer uniquement les vaches en production oblige ces personnes à garder un nombre important d'animaux dans les parcs de faible production fourragère qu'il faut alors compléter à l'auge avec de l'ensilage d'avoine ou de maïs.

Aussi, ces modes de régulation demeurent très généraux et l'approche de ces systèmes par l'entrée des modes d'alimentation par type doit éclaircir chaque mode de régulation propre afin de mieux envisager les modes d'allocation de la biomasse en période hivernale. Ces modes d'allocations de la biomasse sont construits sur une stratégie souvent duale entre l'alimentation du troupeau et la mise en place de systèmes de culture.

Photo 3 : Pâturage rotatif à l'aide d'un fil électrique. La rotation s'effectue tous les 3 jours avec 5 UGB, à raison de 2 heures par jours sur des parcs d'environ 0,2 ha.

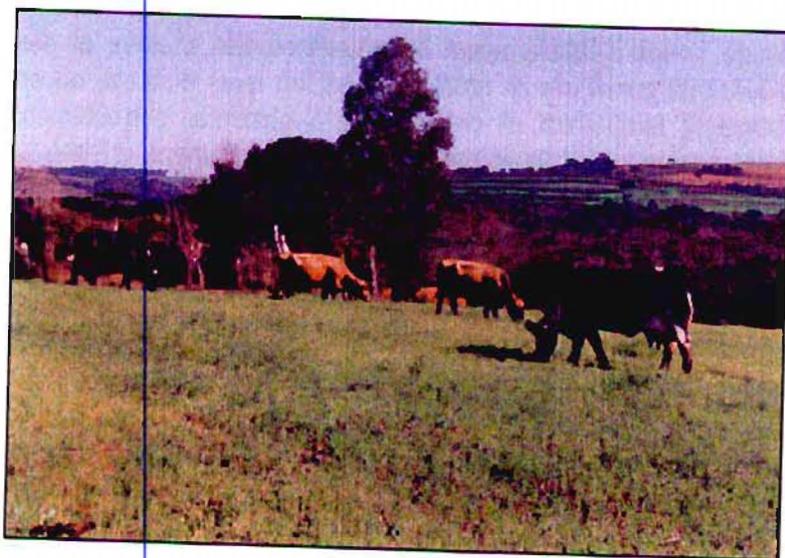
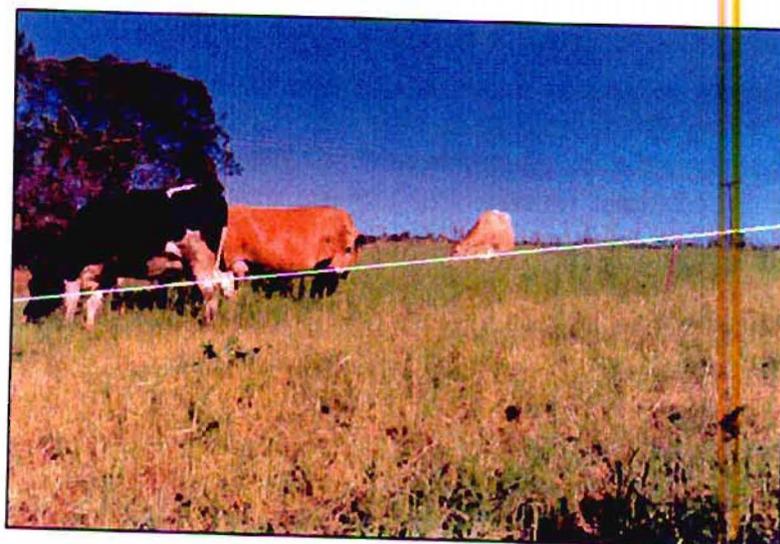
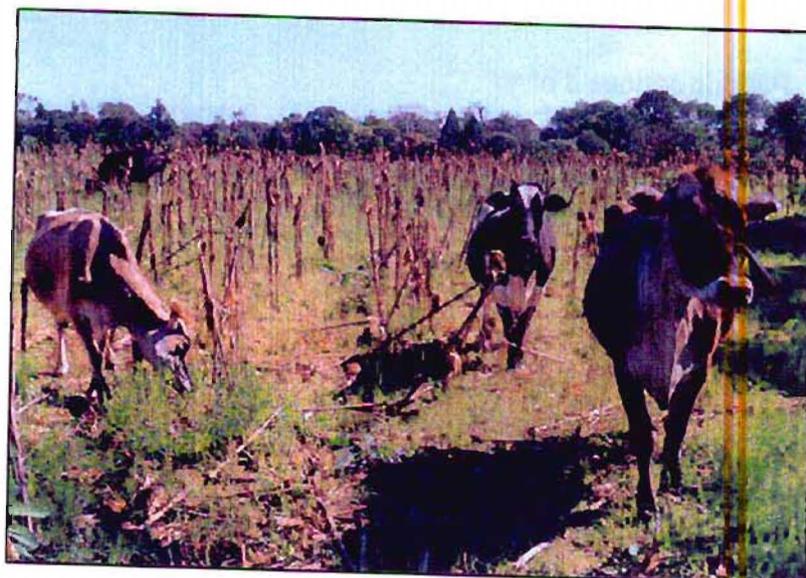


Photo 4 : Pâturage sur du Ray Grass Italien au mois d'août. Seules les vaches en production sont au pâturage. On remarque l'hétérogénéité des races au sein du même troupeau (hollandaises et jersiaises).

Photo 5 : Pâturage de RGI sur résidus de culture de maïs grain. Le producteur stocke sur pied les épis puis laisse entrer les animaux après la récolte. Un « Rolo faca » ou rouleau à couteau est passé entre 2 pâturages pour couper ces cannes de maïs pour accélérer le retour en matière organique dans le sol.



5. MODE D'ALIMENTATION

Les modes d'alimentation se caractérisent par les orientations stratégiques d'organisation du parcellaire en fonction des besoins alimentaires du troupeau. L'utilisation du concept des fonctions parcellaires et des modes de régulation permet d'identifier les objectifs d'utilisation des différentes parcelles et de les resituer dans le fonctionnement global de l'exploitation. Cette analyse nous a permis de mettre en évidence l'existence, pour chaque type d'exploitation de grands modes d'alimentation et de gestion du parcellaire mis en place pour répondre à diverses stratégies de conduite du troupeau laitier en fonction de la taille de l'exploitation et de l'offre fourragère.

Ce concept a été utilisé pour chaque exploitation afin de comprendre en détail ces modes d'alimentation. Cette approche individuelle qui pourrait servir pour effectuer du conseil personnalisé ne permettrait pas ici de comprendre les grands modes d'alimentation observés. Aussi, nous avons réalisé une synthèse par type d'exploitation en prenant l'individu qui nous semblait le plus représentatif du groupe afin de présenter un fonctionnement global de l'exploitation.

Grille de lecture de la représentation du fonctionnement fourrager :

- Le **nom de la fonction parcellaire** traduit, sous forme imagée, des objectifs intermédiaires d'états des parcelles et de production fourragère et agricole.
- Le **planning présentant l'agencement du territoire** en fonctions parcellaires rend compte des règles générales d'utilisation des surfaces. Celles-ci, concernent l'organisation stratégique de l'exploitation souvent en relation avec les contraintes structurelles (surface, pente, aptitudes agronomiques des sols). Chaque fonction est réattribuée l'année suivante sur une autre parcelle en fonction des rotations de culture.
- Les **dispositifs de régulation** décrivent des règles circonstancielles, des décisions d'ordre tactique. Ces dispositifs offrent différentes modalités d'action dont la mise en œuvre est liée à l'état de certains éléments du système. Ces dispositifs de régulation semblent reproductibles d'année en année pour chaque grande période critique de manque fourrager mais évoluent aussi au cours de la même année suivant les contraintes climatiques.

Figure 12 : GROUPE I ou « petites exploitations avec intégration récente »

Objectif de production	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmenter sensiblement le nombre de vaches jersiaises ➤ Produire du lait à moindre coût ➤ Vient d'investir dans une petite salle de traite en bois 					FONCTIONS
Aliments constituant la ration de base des vaches laitières	Ration Maïs grain broyé + Farine de blé achetée + Sels minéraux					Ration : Pour produire plus de lait
	Maïs grain broyé					
	Maïs ensilage distribué à l'auge				Maïs ensilage distribué à l'auge	Pour la production lait si ensilage de bonne qualité.
Surface totale 20 ha	Milheto + Brachiaria coupés TT Ax	Semis avoine (0,2 ha)	Avoine 2 à 3 pât 6 VL	Haricot	ME	Du lait l'été et l'hiver + production de haricot
	Maïs grain (1 ha)	Repousse RGI dans maïs	RGI 2 pât 6 VL	Maïs grain		Produire du grain et du lait en fin d'hiver
	H Maïs ensilage (0,5 ha)	Semis avoine + RGI	Av + RGI 2 pât 6 VL	Milheto coupé		De l'ensilage pour le début d'été et du lait en hiver et été
	Maïs grain (0,4 ha)	Repousse RGI	RGI 2 pât 6 VL	Maïs grain		Du maïs grain et du lait en fin d'hiver
	H Maïs grain (0,6 ha)	RGI	Semis avoine + RGI 3 pâturages 6 VL	Maïs grain		Du maïs grain et du lait en milieu d'hiver
	Maïs grain (1 ha)	Repousse Vesce	Vesce de Coupes	Maïs grain		Du grain de maïs et de l'aliment d'appoint au printemps
	H Maïs grain (0,5 ha)	Avoine en couverture NON pâturée	Maïs grain			Parcelles éloignées Production de grain de maïs et haricot + Ensilage
	Maïs grain (0,5 ha)	Avoine en couverture NON pâturée	Haricot	ME		
	ME Haricot	Avoine en couverture NON pâturée	Maïs grain (0,5 ha)			
	Sous-Bois / Pâturage pérenne pour tout le troupeau (14,4 ha) « Potreiro »					
J F M A M J J A S O N D						
Périodes critiques	Manque de fourrage (milheto)			Manque fourrage au printemps		
Dispositifs de régulation	Été : maintien troupeau sur PN et pâturage sur milheto	Ensilage maïs précoce et tardif Maintien sur Potreiro et PN du reste du troupeau	Mai/ juin : semis avoine précoce	Semis avoine+ RGI pour l'hiver	Septembre : semis milheto précoce + semis maïs pour pâturage en vert.	

DESCRIPTION DES MODES D'ALIMENTATION POUR CHAQUE TYPE

Groupe I : petites exploitations à intégration récente (figure 12)

Malgré les faibles surfaces d'exploitation, on observe une **parcellisation importante** afin de mieux gérer les risques agronomiques et les différents chantiers agricoles.

Doté d'un troupeau de faible taille, le mode d'alimentation est basé sur 6 types de ressources fourragères complémentaires :

- Une ou deux cultures de *milheto* en été avec pâturages ou coupes intensives.
- Plusieurs parcelles de maïs grain occupant la majorité des surfaces des cultures d'été pour l'élaboration de la ration.
- Une ou deux parcelles de maïs ensilage permettant de constituer un stock fourrager pour le printemps et une partie de l'été suivant.
- Des pâturages plus ou moins précoces en hiver sur avoine et tardifs sur RGI.
- Des fourrages d'appoint comme l'herbe éléphant, la canne à sucre ou le *Papuã* pour la fin de l'été et la vesce pour le printemps.
- Des pâturages pérennes de faible qualité en sous-bois ou zone de marécage servant de parcelle « tampon » pour les animaux improductifs.

Différents types de pâturages offerts :

- Des parcelles dites « tampons » de faible valeur fourragère où l'on place les animaux improductifs toute l'année. Cet allotement sur ces parcelles permet de garder un effectif très réduit d'animaux en production sur les autres pâturages d'été et d'hiver.
- Des pâturages effectués près de l'habitation et de la salle de traite de façon à faciliter les mouvements du troupeau dans la journée. On retrouve sur ces parcelles le *milheto* et le maïs ensilage en été (réduction du coût de transport de l'ensilage) et les fourrages d'hiver. Ceci explique qu'en général le producteur attribue de 2 à 3 fonctions différentes à ces parcelles au cours de l'année.

Afin d'optimiser la production fourragère, l'exploitant réalise un pâturage rotatif sur la même parcelle à l'aide d'un fil électrique puis des rotations entre chaque parcelle. Les rythmes de retour au pâturage observés sont de l'ordre de 5 à 10 jours sur le *milheto* puis de 15 à 20 jours sur l'avoine et le RGI. Le producteur effectue des semis étalés de façon à prolonger la période de pâturage hivernale jusqu'à la fin du printemps où le RGI est en pleine floraison.

Cultures céréalières et fourragères constituant le stock alimentaire

- Le maïs grain constitue la céréale de base de la ration, elle est donc cultivée majoritairement afin de constituer un stock annuel. Le grain de maïs est broyé pour être distribué à l'auge avant chaque traite.
- L'ensilage de maïs prend de plus en plus de place dans le parcellaire, mais il ne permet pas d'alimenter l'ensemble du troupeau ou même seulement les vaches en production tout au long de

Figure 13 : GROUPE II ou « exploitations moyennes en cours de spécialisation »

Objectif de production	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmenter le nombre de vache et la production par vache, ➤ investissement récent dans le matériel et la salle de traite ➤ Activité laitière depuis 2 ans + production de porcs 	FONCTIONS ▼													
Aliments extérieurs compléments pour laitières	Ration préparée à moindre coût à partir des cultures de blé et de maïs (4 kg/ VL/ Jour) Maïs broyé / Farine de blé / Sels Mx	Ration : La ration assure la résistance contre les maladies													
	Maïs ensilage distribué à l'auge 20 kg/VL/jour	Production de lait en hiver													
Surface totale 24 ha	Milheto VL en pâturage rotatif sur 6 parcs 15 a 20 jours chaque parc	Avoine + RGI (1,8 ha) VL en pâturage rotatif sur 3 parcs, 15 a 20 jours	Milheto en SC VL en pâturage rotatif sur 6 parcs 15 a 20 jours chaque parc	Parcelle principale pour produire du lait en hiver et été											
	Milheto VL en pâturage rotatif sur 6 parcs 15 a 20 jours chaque parc	Avoine + RGI (4,8 ha) VL en pâturage rotatif sur 5 parcs, 10 a 15 jours	Milheto		Production de lait en milieu d'hiver et en fin d'été + cordons antiérosif avec herbe éléphant										
	Herbe éléphant sur cordon antiérosif														
	Maïs ensilage	Avoine + RGI (2,4 há) VL en pâturage rotatif sur 4 parcs, 10 a 15 jours	Maïs ensilage	Production en grain et ensilage Pâturage tôt en début hiver avec <i>Bracharia</i> puis avoine et tard avec le RGI Permute ME et MG chaque année											
	Maïs grain	RGI (4,8 há) VL en pâturage continu	Maïs grain												
	Soja (10 ha) Cultivé par 1 tiers	Triticale Cultivé par 1 tiers Alimentation pour les porcs	Soja Cultivé par 1 tiers	Parcelles éloignée cultivée par 1 tiers, bénéfice en triticale											
Périodes critiques	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>J</td><td>F</td><td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>J</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td> </tr> </table>			J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D				
Dispositifs de régulation	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;"> Eté : coupe de Papua + herbe éléphant pour palier le manque de milheto </td> <td style="width: 25%;"> Ensilage maïs précoce à cause manque fourrager automne </td> <td style="width: 25%;"> Avril/ mai : semis avoine à différentes dates </td> <td style="width: 25%;"> Pâturage du RGI le + longtemps possible car manque ensilage en attente du milheto </td> </tr> </table>				Eté : coupe de Papua + herbe éléphant pour palier le manque de milheto	Ensilage maïs précoce à cause manque fourrager automne	Avril/ mai : semis avoine à différentes dates	Pâturage du RGI le + longtemps possible car manque ensilage en attente du milheto							
Eté : coupe de Papua + herbe éléphant pour palier le manque de milheto	Ensilage maïs précoce à cause manque fourrager automne	Avril/ mai : semis avoine à différentes dates	Pâturage du RGI le + longtemps possible car manque ensilage en attente du milheto												

l'année. Il est important dans la gestion des périodes de manque fourrager au printemps et en été, faisant souvent défaut en automne.

Périodes critiques et dispositifs de régulations

La volonté de maintenir un stock important en maïs grain et de développer le maïs ensilage oblige l'exploitant à utiliser au maximum les fourrages en fin d'hiver afin de libérer au plus tôt les parcelles pour le maïs. Cette phase de transition de culture d'été marque une période de manque fourrager, ceci jusqu'à la fin de l'automne, période du semis de l'avoine.

Certains auront alors recours à l'achat de concentré s'ils manquent de main d'œuvre pour effectuer des coupes journalières d'herbe éléphant, de canne à sucre ou de *Papuã*.

Groupe II : exploitations moyennes en cours de spécialisation (figure 13)

Comme nous l'avons déjà précisé précédemment, ce groupe est constitué par des exploitants qui ont une activité extérieure ou une activité d'élevage connexe. Dans les deux cas, la femme gère l'activité laitière et la conduite des animaux. Aussi, on retrouvera un mode d'alimentation basé principalement sur des pâturages importants en été et en hiver et des apports d'aliments extérieurs élevés (concentrés) de façon à diminuer les tâches de travail.

Pâturages offerts :

La quasi absence de cultures de rente en été et la faible surface consacrée à l'ensilage de maïs permettent d'augmenter les surfaces de cultures de *milheto* en pratiquant plusieurs cycles, améliorant ainsi l'alimentation des vaches laitières à cette période.

Cette absence de grandes cultures d'été va aussi permettre des semis plus précoces de l'avoine évitant ainsi la période critique d'automne.

Ne gardant aucune plante fourragère comme plante de couverture (peu d'intérêt pour les cultures d'été), les surfaces fourragères d'hiver vont couvrir jusqu'à 80% de la surface totale de l'exploitation procurant une alimentation en quantité et en qualité très satisfaisante pour les vaches en production.

Les modalités de pâturage par rotation sont identiques au groupe I afin de mieux répartir l'offre fourragère en été et en hiver.

Alimentation complémentaire

Principalement orientée vers des concentrés à 18% de protéines achetés grâce aux revenus extérieurs ou des autres activités d'élevage, ils constituent la base principale de la ration quotidienne des vaches en lactation. Cet apport semble permettre d'augmenter les performances de production laitière lorsque qu'il s'additionne à un pâturage en fourrage grossier suffisant. Il est souvent distribué à tort en période de manque fourrager pouvant causer certaines pathologies. Cet apport semble aussi correspondre à une volonté de spécialisation relative aux efforts d'investissement dans le matériel de traite et de réfrigération du lait.

L'ensilage de maïs qui demande beaucoup de travail lors de la récolte et pour la distribution est encore peu développé, il ne constitue jamais un stock permettant d'alimenter les animaux durant toute l'année.

Figure 14 : GROUPE III ou Grandes exploitations agricoles avec intégration A-E

Objectif de production	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Augmenter le nombre de vache en lactation à 29 têtes ➤ Vient investir dans une stabulation perfectionnée avec récupération de lisier ➤ Production de 170 litres par jour 											
Aliments extérieurs compléments pour laitières	Ration Achète seulement le concentré 1 kg de concentré Batavo / 1 kg de maïs grain broyé										Ration Pour produire + de lait.	
		Maïs ensilage				Maïs ensilage						Economie d'ensilage de maïs pour les mois de déficit fourrager + ensilage de RGI en été.
	Ensilage RGI						Ensilage RGI					
Surface totale 50,4 ha	Soja (6 ha)		Repousse RGI		Toupe troupea		rep		Maïs ensilage			Produire du lait en hiver et culture de ventes en été
	Milheto pâturé					Semis milheto		Milheto pâturé 12 parcs pour VL (1,5 ha)			Produire du lait en été	
	ME	Semis milheto	Milheto pâturé	Semis avoine + RGI		Avoine + RGI 2 à 3 pâturages 10 VL + 6 G			Rep	Soja (2 ha)	Produire du lait et nourrir le troupeau en fin d'été puis en milieu et fin d'hiver	
	Maïs grain (4,5 ha)		Semis avoine + RGI		Avoine + RGI 2 à 3 pâturages 10 VL + 6 G			Rep	Soja			Production de grain en été
	Maïs grain (5,5 ha)		Semis avoine + RGI		Avoine + RGI 2 à 3 pâturages 10 VL + 6 G			Rep	Maïs grain (5,5 ha)			Produire du lait et nourrir le troupeau en début d'hiver Production de grain en été
	Maïs grain (2,4 ha)		Semis avoine	1 pâ	Récolte semence d'avoine		Rep	Maïs grain			Production de semence d'avoine en hiver + maïs grain en été	
	Maïs grain (1,5 ha)		Semis RGI pour ensilage			Ensilage	Rep	Maïs grain			Production d'ensilage de RGI et de grain en été	
	Parc ou Potreiro pour vache tarie et veau (1,5 ha)										Parcelle Tampon	
	MG (8 ha) Soja (19 ha)		Repousse mauvaises herbes				MG et Soja				Parcelle éloignée	
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Périodes critiques		Pâturage intensif d milheto					Manque production de fourrage					
Dispositifs de régulation		↑		↑		↑		↑		↑		
Été : pâturage intensif sur le milheto + ensilage maïs		Ensilage maïs précoce à cause manque fourrager d'automne puis du printemps				Avril/ mai : semis avoine et RGI à différentes dates		RGI pour ensilage pour manque fourrager		Semis précoce du milheto pour fourrage d'été		

Ce groupe utilise très peu les fourrages d'appoint, seule l'herbe éléphant, plantée sur les cordons anti-érosifs est utilisée en complément pour le reste du troupeau.

Périodes critiques et dispositifs de régulations

Comme l'ensemble des producteurs étudiés, les exploitants du groupe II gardent les vaches improductives sur une parcelle « tampon » ou *potreiro*. Cette parcelle qui produit déjà peu en été, ne produit pratiquement plus en hiver. Aussi, du fait du manque de fourrage tel que l'ensilage de maïs, et n'ayant pas accès aux pâturages d'hiver, ces vaches sont sous-alimentées de la fin de l'hiver jusqu'au printemps. Ainsi, cette période critique n'affecte pas directement la production de lait mais a certainement des conséquences diverses sur la croissance des génisses, leur reproduction et donc leur future production laitière.

Groupe III : Grandes exploitations agricoles avec intégration A-E (figure 14)

Ce groupe correspond aux propriétaires possédant de 50 à 130 ha de terre correspondant à un plateau aux sols de bonnes aptitudes agronomiques (cambissol). Leur système d'alimentation est bien différent des 2 groupes précédents avec des modes de régulations particuliers. Leur stratégie pour la production laitière est de produire un volume important de lait grâce à un nombre important de vaches en lactation (donc une taille du troupeau important) alimentées à moindre coût sans rechercher les performances de production laitière individuelle. Ainsi, la production de lait est garantie en produisant au maximum les fourrages et la ration sur l'exploitation grâce aux superficies dégagées à cet effet. Les cultures de rente continuent à être produites sur des aires en propriété ou en location souvent éloignées de l'exploitation.

Pâturages offerts :

- La culture du *milheto* est la seule culture fourragère d'été permettant de produire du lait à cette période. Aussi, comme les groupes précédents, elle est installée sur de petites surfaces près de l'exploitation pâturées de façon intensive en système rotatif avec des charges animales instantanées très élevées. Deux cycles de *milheto* sont souvent effectués de septembre à mars afin d'éviter un manque fourrager à cette période. Seules les vaches en lactation ont accès à ce pâturage.
- Les cultures d'avoine et de RGI occupent la presque totalité des parcelles proches de l'exploitation mais moins de 35% de la surface totale en hiver. Ces deux plantes fourragères sont généralement associées pour les pâturages tout au long de l'hiver, et semées séparément pour produire des semences d'avoine ou faire de l'ensilage de RGI au mois d'août. Les pâturages de ces fourrages sont étalés au cours de l'hiver avec des pâturages rotatifs pour les vaches en lactation. On peut noter que certaines parcelles sont ouvertes à l'ensemble du troupeau afin d'éviter une sous-alimentation à cette période. Le troupeau est généralement retiré assez tôt sur certaines parcelles afin de permettre une dernière repousse du RGI et produire assez de biomasse pour effectuer le SCV des cultures suivantes. Ce retrait précoce des animaux est permis par une complémentation en ensilage de maïs ou en RGI fauché mécaniquement sur des parcelles éloignées auxquelles les animaux n'ont pas accès. Cette complémentation est poursuivie jusqu'au début du pâturage du *milheto* en octobre.

Figure 15 : GROUPE IV ou « exploitations avec intégration laitière ancienne »

Objectif de production	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Production de croisière ➤ Intensification fourragère et diminution des coûts de production ➤ Produit du lait depuis 15 ans (380 l/ jour) 													
Aliments extérieurs compléments pour laitières	Ration Achat concentré et sels minéraux 5 kg Concentré Agraria / ensilage										Ration pour produire du lait			
	Maïs ensilage distribué à l'auge toute l'année											Pour entretenir le troupeau et les VL pour meilleure production		
	Ensilage d'avoine et RGI					Ensilage d'avoine et RGI								
Agencement du territoire en fonctions parcellaires	Soja (6 ha)											Produire du lait en milieu d'hiver Production d'ensilage ou de grain		
	Semis RGI			RGI 3 parcs 20 VL 2 pâturages			Maïs ensilage (6 ha)							
	Milheto + Sorgho + Soja 3 / 4 coupes (2,4 ha)				Semis RGI		1 pât		Repousse pour ensilage		Rep	Soja (2,4 ha)		Produire du lait en été et de l'ensilage Produire du grain
	Maïs ensilage (2,4 ha)		Semis avoine			Avoine 2 pâturages continus 20 VL			Rep		Milheto+ Sorgho + Soja 3 / 4 coupes			Produire du lait en début d'hiver et en été
	Maïs ensilage (7,25 ha)		Semis avoine			Avoine seulement pour ensilage 1 seule coupe			Rep		Soja (7,25 ha)			Production d'ensilage pour l'été (parcelle non pâturée pour précédent soja en SD)
	Parc ou Potreiro pour vaches tarées et génisses (0,3 ha)											Parcelle tampon		
	Soja (7,25 ha)			Triticale ou blé Récoltés pour ration					Maïs grain (7,25 ha)			Parcelle éloignées Production de céréales pour la ration et de grain		
J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D			
Périodes clés et périodes critiques	Manque production de fourrage					Manque production de fourrage								
	Dispositifs de régulation	Eté : pâturage intensif sur milheto + ensilage d'avoine			Ensilage maïs en quantité pour alimenter toute l'année			Avril/ septembre: pâturage intensif de la parcelle d'avoine + RGI (seulement les VL)			Fin octobre : ensilage d'avoine en quantité pour complément dès le printemps			

Alimentation complémentaire

- Les compléments d'alimentation au pâturage sont au maximum produits sur l'exploitation. Plus qu'une complémentation de base pour la ration, ces compléments permettent une régulation dans la conduite du troupeau au pâturage afin d'éviter une pression trop élevée sur ces derniers. Il s'agit principalement de l'ensilage de maïs, de sorgho et de RGI.
- Le maïs grain est produit en grande quantité. La majeure partie est vendue, cependant un stock permettant d'élaborer la ration quotidienne sous forme de farine pour les vaches en lactation pour toute l'année est gardé.
- Quelques exploitants élaborent la ration avec des résidus d'enveloppe de graine de soja, de la farine de blé produite sur l'exploitation en faible quantité, des résidus d'orge achetés via les brasseries et du concentré en très faible quantité (environ 1 kg par ration).

Périodes critiques et dispositifs de régulations

Pour ce groupe d'exploitants, les périodes critiques interviennent généralement au printemps et en été. Sans affecter particulièrement les vaches en lactation, ces périodes de manque fourrager posent des problèmes pour le reste du troupeau, les vaches taries et les génisses. En effet, n'ayant pas accès aux pâturages de *milheto*, et ne possédant pas de parcelles tampons de taille suffisante (sous-bois, zone de marécage), ces animaux doivent nécessairement être complétés. L'ensilage de maïs ou de RGI devient alors l'aliment de base pour ces animaux à cette période.

Il est à noter que la production de stock fourrager de ce type joue un rôle régulateur à différents niveaux. Comme nous venons de le voir, il sert de complémentation aux animaux improductifs en été, mais aussi d'aliment relais pour éviter une pression animale trop forte sur des parcelles où le producteur souhaite installer des cultures de rente. Ce souci montre bien à quel point la notion de compaction des sols provoquée par le piétinement des animaux en plus du surpâturage est importante dans la gestion de l'intégration des animaux sur les parcelles agricoles.

Groupe IV : exploitations avec intégration laitière ancienne (figure 15)

Ce groupe restreint correspond à des producteurs spécialisés s'orientant vers un système dit semi-confiné où les animaux sortent peu à l'extérieur. Cette stratégie permet d'une part d'obtenir une production de lait très élevée en même temps qu'une bonne production de culture de rente. Toutefois, elle nécessite des investissements lourds en matériels pour constituer les stocks fourragers (faucheuse, ensileuse, remorque, etc.) et en bâtiments (stabulation et salle de traite).

Le parcellaire est peu découpé et très homogène, facilitant la mécanisation.

Pâturages offerts :

- Les cultures fourragères d'été ne sont pas pâturées. Le *milheto* en association avec le sorgho et même le soja est fauché quotidiennement et amené à l'auge pour les vaches en lactation. Le reste du troupeau demeure confiné et est alimenté grâce à l'ensilage d'avoine et de RGI.
- Si presque 80% des surfaces en hiver sont consacrées aux fourrages, environ 30% seulement sont destinées au pâturage direct et intensif. Ces parcelles correspondent par ailleurs aux cultures qui seront mises en place en semis conventionnel. Les 50% restants sont immobilisés pour produire le stock d'ensilage d'avoine ou de RGI nécessaire à l'alimentation de l'ensemble du troupeau au printemps et en été. Ce choix stratégique est conforté par le fait que selon ces producteurs la quantité de fourrage produit pour l'ensilage est supérieure à celle produite sous pâturage.

Figures 16 : Détail de l'assolement de chaque type de producteurs

Figure 16 a : Assolement de chaque groupe de producteurs (Irati et Teixeira Soares)

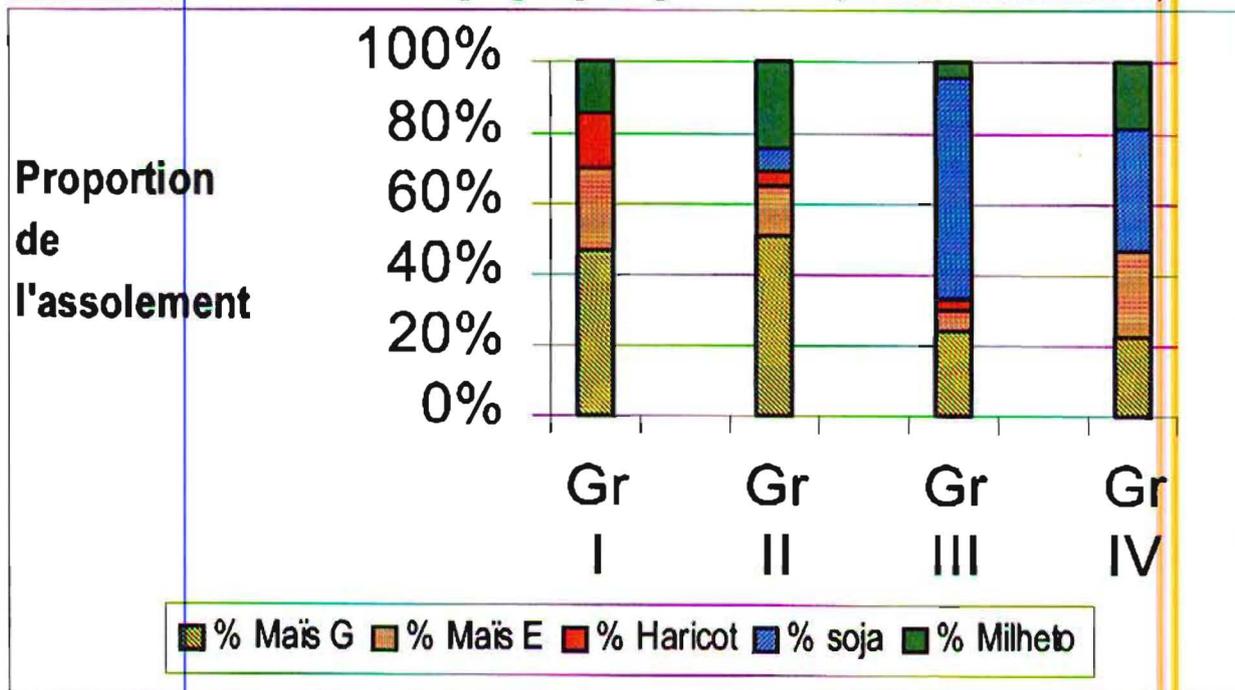


Figure 16 b : Distribution des cultures dans l'assolement global : Groupe I

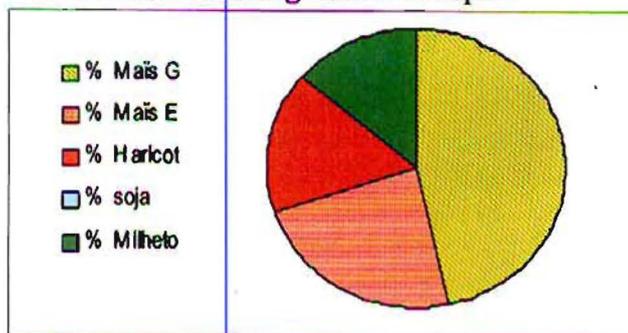


Figure 16 c : Distribution des cultures dans l'assolement global : Groupe II

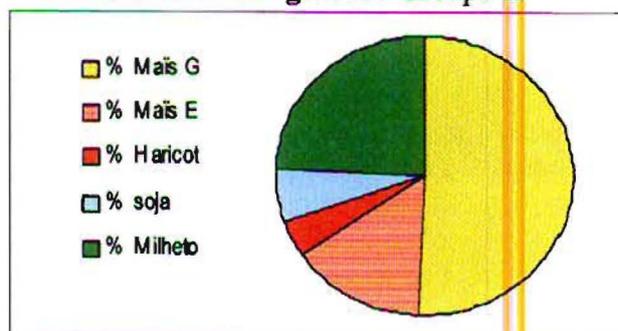


Figure 16 d : Distribution des cultures dans l'assolement global : Groupe III

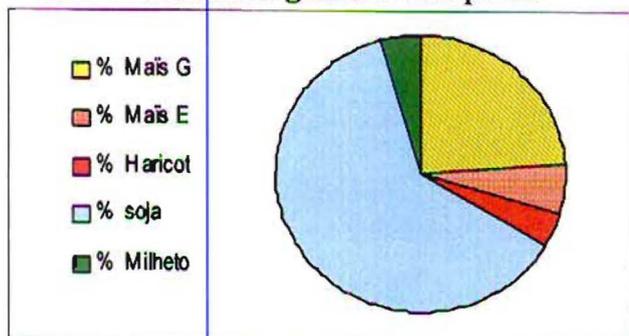
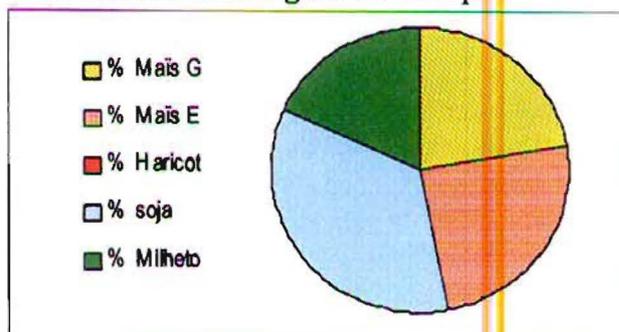


Figure 16 e : Distribution des cultures dans l'assolement global : Groupe IV



III. Les systèmes de culture.

Nous nous appuyerons sur la définition des systèmes de cultures donnée par Jouve (1992) : « Un système de culture correspond à une combinaison donnée dans l'espace et dans le temps de cultures et de jachère. Il représente un mode d'exploitation et de mise en culture homogène d'un milieu. Sur les parcelles qui relèvent du même système de culture on trouvera donc :

- une même gamme de cultures se succédant suivant un ordre déterminé au cours du temps
- éventuellement le même type d'association
- et un itinéraire technique comparable pour chacune des cultures pratiquées ».

1. L'ASSOLEMENT EST LE REFLET DES STRATEGIES DE CHAQUE GROUPE

Le **tableau 10** indique l'assolement respectif de chaque groupe de producteurs.

	Surface cultivée (ha)	% Maïs G	% Maïs E	% Haricot	% soja	% Tabac	% Milheto
Gr I	20	46	23	17	0	6	14
Gr II	35	50	15	4	6	0	24
Gr III	74	24	6	2	62	0	4
Gr IV	43	22	25	0	35	0	18

Tableau 10 : L'assolement en chiffres selon chaque groupe

Comme nous pouvons le voir sur les **figures 16 (a) à 16 (e)** les assolements de chaque groupe sont nettement différenciés.

En effet, les producteurs du groupe I possèdent comme ceux du groupe II près de 50% de maïs grain contre un peu plus de 25 % pour les groupes III et IV.

La sole de soja est la plus importante dans les groupes III et IV, correspondant aux exploitations de Teixeira Soares.

Le groupe I emblave aussi une part importante de son assolement en haricot et seulement 6% en tabac (car peu de producteurs en cultivent) qui constituent les principales cultures de rente pour ce groupe avec un part de la récolte de maïs grain.

Par rapport au groupe II, qui semble le plus comparable au groupe I, nous soulignons que les proportions cultivées en maïs ensilage et en *milheto* sont inversées. En effet, le groupe II ne vend pratiquement aucune production végétale et consacre ainsi près de 25% de ses surfaces en *milheto* afin de subvenir aux besoins du troupeau alors que le groupe I n'en cultive que 15% ce qui illustre son désir de réserver une certaine surface aux cultures de rente.

Par contre le groupe I cultive 25% des surfaces en maïs ensilage qui est un aliment destiné à affourager les animaux durant les périodes creuses et ainsi un outil permettant à ces petits producteurs une certaine gestion du risque.

Dans le groupe II, le haricot disparaît pratiquement tandis que l'on note une faible proportion des surfaces emblavées en soja.

Le groupe III quant à lui est nettement orienté vers les cultures de vente, en effet le soja représente plus de 60% des surfaces emblavées tandis que le maïs grain atteint 24%.

En comparaison, le groupe IV (spécialisé en lait) consacre aux productions végétales destinées aux animaux une proportion de l'assolement mais aussi une surface en hectare nettement plus élevée que le groupe III.

Certes, le groupe IV cultive des surfaces plus faibles pour un nombre d'animaux plus élevé, mais si l'on considère que le troupeau moyen du groupe III compte 40 bêtes contre 50 au groupe IV, on s'aperçoit que le groupe des spécialisés (Gr IV) consacre en moyenne deux fois plus de maïs ensilage et de *milheto* par animal.

Ceci illustre le caractère « intensif » des élevages du groupe IV et les fortes productivités en lait obtenues par leurs animaux grâce à cette stratégie d'alimentation.

Ces chiffres illustrent nettement l'orientation stratégique et les choix techniques qui en découlent dans l'assolement de ces deux groupes, l'un diversifié (III) et l'autre spécialisé en lait (IV).

Bilan :

- Groupe I : Cultures de rente (haricot et tabac), $\frac{1}{4}$ des surfaces en maïs ensilage, $\frac{1}{2}$ des surfaces en maïs grain (alimentation animale et vente)
- Groupe II : pas de cultures de rente à part un peu de soja chez une minorité de producteurs, $\frac{1}{2}$ des surfaces en maïs grain, consacrent beaucoup de surface au *milheto* (pas de concurrence avec les cultures de vente pour l'allocation des parcelles)
- Groupe III : un assolement dominé par le soja, puis le maïs (proportion beaucoup plus faible) et un minimum de cultures destinées aux animaux.
- Groupe IV : La majorité de l'assolement est consacrée aux animaux (*milheto*, maïs ensilage, maïs grain) mais les producteurs conservent une part de soja ($\frac{1}{3}$ des surfaces).

2. LE DÉTAIL DES SYSTÈMES DE CULTURE PRATIQUÉS ET LEUR LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

Sur la base des observations et enquêtes réalisées sur les municipes d'Irati et de Teixeira Soares, nous avons identifié **6 systèmes de culture principaux**, identifiés principalement sur la base des successions annuelles rencontrées qui se décomposent en 14 sous-systèmes au total selon les modalités de semis appliquées (conventionnel / scarification/SCV).

La **figure 17** illustre la localisation géographique de chaque système de culture. Cette organisation de l'exploitation en diverses zones depuis les parcelles petites et proches de l'exploitation jusqu'aux parcelles grandes et éloignées correspond en fait aux différentes modalités de pâturage hivernal (plus ou moins intense) choisies par l'exploitant pour chaque zone.

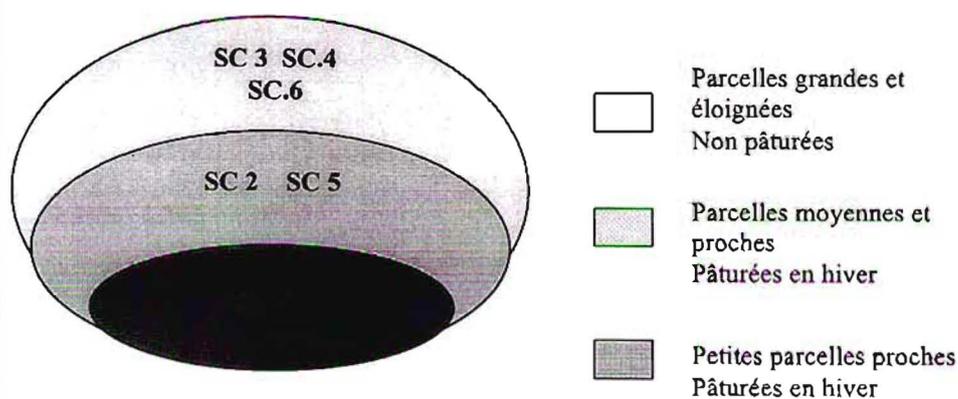


Figure 17 : Localisation géographique des systèmes de culture.

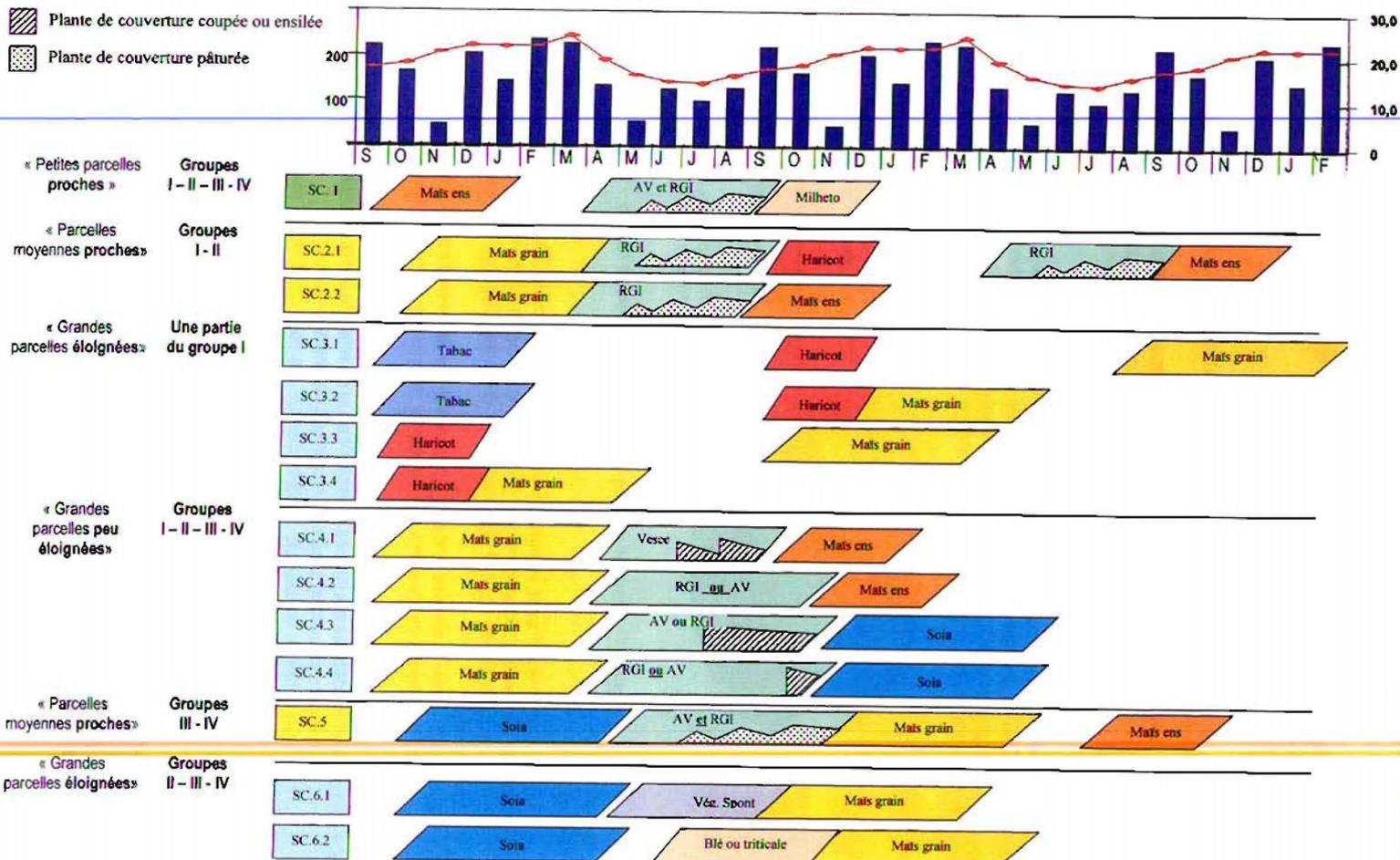
En effet, comme nous l'avons expliqué dans la partie traitant des modes d'alimentation, les producteurs attribuent une fonction à chaque parcelle qui sera donc dédiée en priorité à l'élevage et aux pâturages ou bien aux cultures de rente. L'organisation des différentes parcelles est directement liée à leur **spatialisation**.

Ainsi, les producteurs auront ils tendance à séparer sur des aires non pâturées ou subissant de faibles pressions de pâturage (faible charge d'exploitation et instantanée) les cultures de rente (Soja, haricot, Tabac, maïs) :

- Surfaces *non pâturées* : c'est ce que nous avons appelé les **grandes parcelles ELOIGNEES**. Ces aires sont réservées aux cultures et soit il n'y a pas de semis de plante de couverture, soit la plante de couverture est coupée, ensilée ou encore sert seulement à couvrir le sol.
- Surfaces subissant un *pâturage modéré* : c'est ce que nous appelons les **parcelles PROCHES de taille moyenne**, elles sont emblavées en maïs grain destinés aux animaux mais aussi en maïs ensilage et les producteurs y introduisent également une légumineuse (soja ou haricot), semble t'il afin de restaurer partiellement la fertilité.
- Et les aires qui subiront des *pâturages intenses* en hiver seront emblavées en été en cultures destinées aux animaux (pâturage de milheto ou production de maïs ensilage) : c'est ce que nous appelons les **parcelles PROCHES de petite taille**.

Or, les pâturages (avoine, RGI et *milheto*) ne peuvent être implantés loin de l'habitation, les aires proches de la maison leur sont ainsi réservées (ainsi qu'au maïs ensilage qui entraîne des coûts

Figure 18 : Les systèmes de culture rencontrés à Teixeira Soares et Irati.



importants en combustible) et l'exploitant ne peut alors réaliser une rotation sur chaque parcelle qui respecte l'assolement global de l'exploitation, toutes surfaces confondues.

Ainsi, chaque unité de parcellaire (au nombre de 3) respecte une rotation particulière qui définit les systèmes de culture.

La **figure 18** illustre les différents systèmes de culture rencontrés.

a) **Les PETITES PARCELLES PROCHES DE L'HABITATION sont emblavées deux fois par an selon des rotations qui incluent les pâturages et la production de fourrages conservés.**

- L'assolement est « sous influence directe » des besoins alimentaires annuels des animaux.
- Système de culture : **SC.1 basés sur une rotation de pâturage d'hiver (avoine et RGI) et de milheto ou maïs ensilage en été**
- Il s'agit de parcelles de **petite taille subissant de fortes pressions de pâturage en hiver**

Les parcelles sont emblavées en mélange d'avoine et de RGI en hiver afin de garantir une production fourragère importante sur ces parcelles affectées en priorité à l'élevage.

Modalités de SCV : Nous trouvons des modalités de SCV différentes selon les groupes mais le *milheto* est toujours semé après une scarification ou un labour.

- **SC.1.a :** SCV pour le maïs ensilage et les plantes de couverture en hiver. Cas des groupes I, II et III.
- **SC.1.b :** Seul le maïs ensilage est semé en SCV. Cas des groupes I et IV.
- **SC.1.c :** Les producteurs installent les plantes de couverture en SCV mais sèment les cultures d'été en mode conventionnel. Cas du groupe IV.

b) **Les PARCELLES DE TAILLE MOYENNE PROCHES DE L'HABITATION subissent de faibles pressions de pâturage (faibles Charge d'exploitation et instantanée).**

Les producteurs y cultivent du maïs grain destiné aux animaux et du maïs ensilage (car les surfaces cultivées en SC.1 ne sont pas suffisantes) et introduisent une légumineuse.

Les producteurs des groupes III et IV ressemment presque systématiquement le RGI tous les ans, particulièrement ceux du groupe IV qui souhaitent fournir une alimentation importante à leur troupeau afin de leur garantir une forte productivité laitière individuelle.

Par contre, les producteurs des groupes I et II souhaitent économiser les frais d'installation en RGI et favorisent dans leurs pratiques un ressemis spontané du RGI en le laissant monter à graines.

Le semis du RGI est ainsi effectué avant une culture qui sera semée après la production des semences du RGI, donc dans l'hiver qui précède un maïs ou un soja.

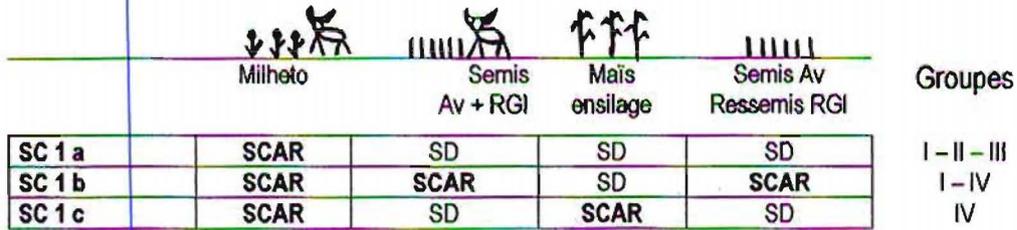
→ Systèmes de culture **SC.2** pour les producteurs du **groupe I et II** :
Pâturage en hiver de RGI.

Modalités de SCV :

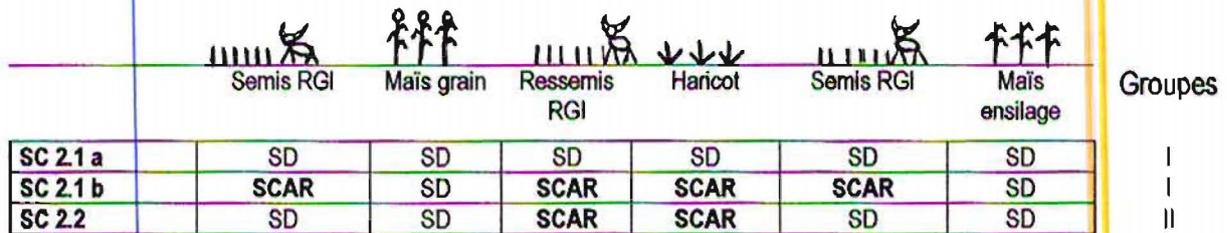
- **SC.2.1.a :** SCV été et hiver. Ceci concerne une minorité de producteurs.
- **SC.2.1.b :** Scarification en hiver et avant le haricot (car celui-ci est sensible à la compaction des sols).
- **SC.2.2 :** SCV en été et hiver pour les producteurs du type II qui n'ont pas de haricot.

Figure 18 bis : Les systèmes de culture et le détail des pratiques de travail du sol

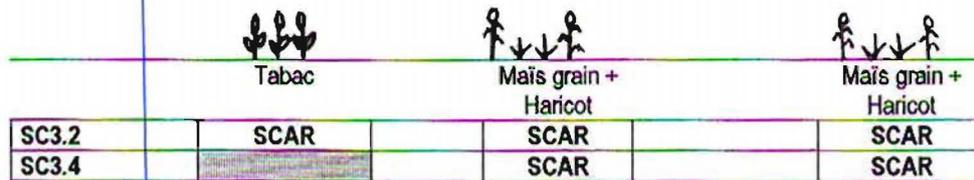
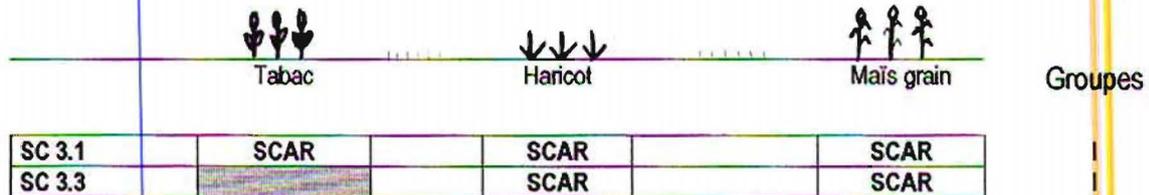
SC 1 : Milheto - maïs ensilage



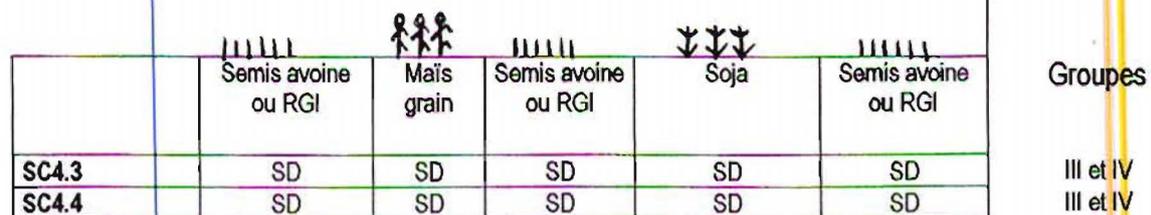
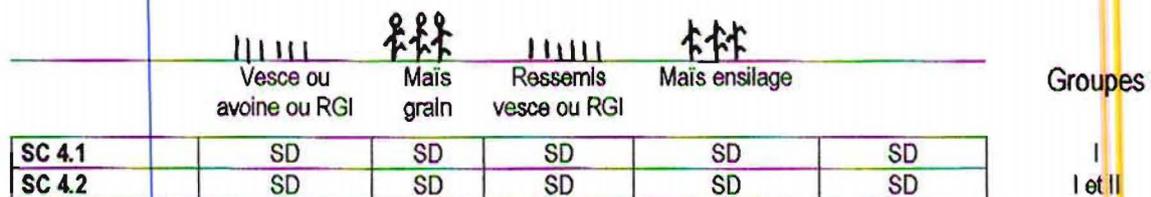
SC 2 : Maïs ensilage – Haricot – Maïs grain (alimentation animale)



SC 3 : Tabac – Haricot – Maïs grain (vente)



SC 4 : Maïs grain et Maïs ensilage ou Soja



→ Systèmes de culture du groupe III et IV :

Pâturage d'avoine et de RGI : **SC.5** . Dans ce système de culture, le soja est semé en SCV car selon les producteurs il ne craint pas la compaction des sols et les pâturages sont généralement implantés en SCV. Dans deux modalités, le producteur passe un scarificateur après le maïs pour décompacter les pâturages ou avant celui-ci car il est sensible à la compaction.

Modalités de SCV :

- **SC.5.a** : Les producteurs sèment les cultures et les pâturages en SCV. Ceci concerne le groupe III.
- **SC.5.b** ou **SC.5.c** : ceci concerne les producteurs du groupe IV qui appliquent l'une ou l'autre des modalités. En **SC.5.b** : le producteur sème le soja et le maïs en SCV mais estime qu'il est nécessaire de passer un scarificateur en hiver après le maïs car celui-ci disposant de racines fasciculées n'est pas capable de décompacter le sol comme le fait le soja grâce à sa racine pivotante.

En **SC.5.c** : Le producteur sème le soja et les pâturages en SCV mais installe le maïs en mode conventionnel afin que son rendement ne soit pas affecté par une compaction des sols. Dans ce cas le producteur dispose de peu de surfaces emblavées en maïs et ne veut pas risquer une baisse de rendement qui aurait un impact direct sur l'alimentation du troupeau et ses performances laitières.

- c) **Les PARCELLES GRANDES ET ELOIGNEES** (groupe III et IV, voire rarement le groupe II). Ces parcelles sont réservées aux cultures de rente (maïs grain, soja, haricot, tabac) et ne sont pas du tout pâturées.

Le producteur, selon les cas, soit y sème une plante de couverture qui sera coupée (Gr I, III et IV), ensilée (Gr III et IV) ou qui servira simplement à couvrir et protéger le sol (Gr I et II) : Système de culture **SC.5**, soit n'en sème pas et effectue un semis conventionnel en enfouissant les résidus de culture (**SC.3**) ou bien encore effectue un SCV sur résidus de culture (**SC.6.1**) ou bien encore cultive une céréale d'hiver destinée au troupeau (**SC.6.2**).

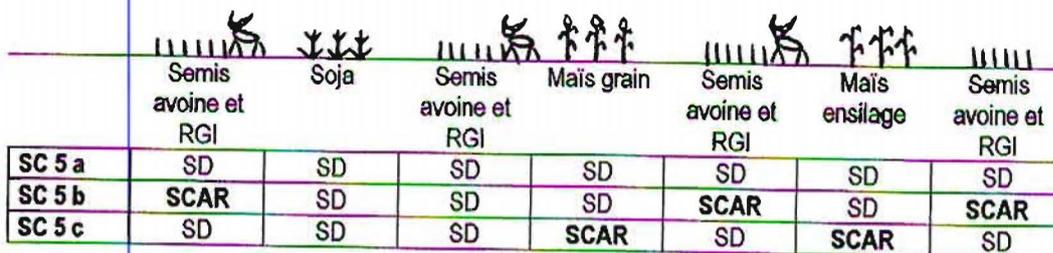
On ne peut pas dire que les parcelles des groupes I et II soient grandes en regard de la taille des parcelles des groupes III et IV mais nous les avons regroupées sous le nom de « grandes parcelles ELOIGNEES » car chez les petits producteurs, ces parcelles sont les plus grandes de l'exploitation et aussi parce que qu'elles ont la même fonction chez l'ensemble des producteurs.

→ Le groupe I pratique le **SC.3** : pas de semis de plante de couverture et semis conventionnel de haricot et maïs grain, voire de tabac pour les derniers producteurs qui en cultivent encore. Ces parcelles ne subissent aucune influence des animaux et toutes les productions sont vendues. Ainsi, le producteur en profite pour y cultiver en particulier l'association haricot et maïs grain (**SC.3.2** et **SC.3.4**) car cette association dure environ 8 mois de culture. Elle est donc peu adaptée à une rotation annuelle avec des pâturages . Ainsi, le producteur peut aussi conserver les épis de maïs sur pieds pendant un temps plus long.

Par ailleurs cette association a plusieurs intérêts du point de vue agronomique :

- Le maïs est semé à la « matraca » (canne fousseuse) tous les deux rangs de haricot (après la floraison, environ 15 jours avant la récolte) et permet de gagner du temps par rapport à un maïs installé en succession du haricot
- Le maïs profite des résidus de culture du haricot (dont le ratio C/N faible sera bien valorisé après la minéralisation des tissus végétaux)
- Le producteur n'a pas besoin de préparer la terre pour le semis car l'ombrage du feuillage du haricot empêche l'envahissement par les adventices (et la productivité du travail s'en trouve améliorée dans ce système)

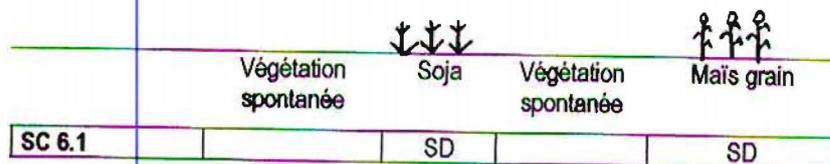
SC 5 : Soja – Maïs grain (animaux)– Maïs ensilage



Groupes

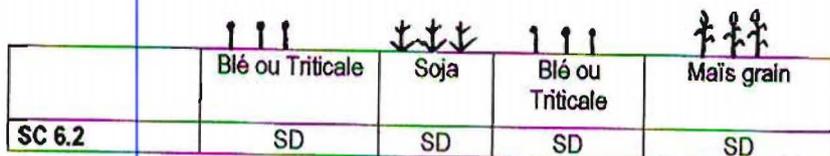
I
I
II

SC 6 : Soja – Maïs grain



Groupes

III et IV



IV

Légende :

SCAR : passage de scarificateur ; **SD** : semis direct sur couverture

- : maïs grain ; : maïs ensilage ; : Soja
- : blé ou triticale : Tabac ; : Haricot
- : Association maïs grain et haricot : Milheto

- Mais avec la déhiscence des graines, les feuilles tombent et permettent aux rayons lumineux d'atteindre les pousses du maïs.

Cependant, par crainte des **baisses de rendement qui affectent le maïs d'autant plus que l'on retarde sa date de semis** par rapport à une date optimale fixée (pour la zone d'étude) à la deuxième quinzaine d'octobre (Gomes, 1991) d'autres producteurs préfèrent effectuer une rotation maïs et haricot éventuellement avec du tabac (SC.3.1 et SC.3.3).

→ Le **SC.4 concerne les surfaces semées en plante de couverture** à destination des animaux (SC.4.1, SC.4.3 et SC.4.4) ou bien pour couvrir le sol (SC.4.2). Les semis d'été et d'hiver sont effectués en SCV et les producteurs ne ressentent pas le besoin de passer le scarificateur même périodiquement car ces parcelles ne sont jamais pâturées et donc ne subissent pas de compaction due au piétinement. Le **SC.4.1** concerne les parcelles que l'on appelle les « banques de protéines », carensemencées en légumineuse de type vesce commune et destinées aux animaux après une coupe manuelle, c'est donc un système de culture pratiqué dans ces petites exploitations qui disposent de la main d'œuvre nécessaire à ce travail.

Le **SC.4.2** est un système de culture très peu répandu puisqu'il consiste à semer de l'avoine ou du RGI qui ne seront pas exploités. Dans ce cas le producteur fait en sorte que le RGI se resème spontanément. Il concerne toujours des surfaces en propriété et plutôt éloignées.

Le **SC.4.4** concerne les surfaces emblavées en avoine ou RGI ensilés tandis que dans le cas où le producteur effectue des coupes journalières de biomasse, il préfère semer du RGI car son cycle est plus long et permet ainsi une plus grande période d'utilisation (SC.4.3).

Nous remarquons que les producteurs pratiquent ces systèmes de culture sur des parcelles en propriété afin de bénéficier de l'amélioration de la fertilité procurée par la pratique du SCV (enrichissement du sol en matière organique, protection du sol contre l'érosion).

→ Le système de culture **SC.6** est lui pratiqué sur les parcelles louées, par les producteurs des groupes III et IV. C'est pour cela qu'ils n'hésitent pas à y cultiver du blé ou du triticale (SC6.2) en hiver même si ils savent que ces cultures laissent peu de résidus et laissent ainsi un sol couvert par une quantité de biomasse faible durant les fortes pluies érosives des mois de septembre à décembre. Il faut souligner que ce système de culture occupe une part négligeable dans l'assolement. C'est aussi pour cette raison qu'ils ne sèment pas de plante de couverture mais effectuent le SCV sur de la végétation spontanée (SC.6.1).

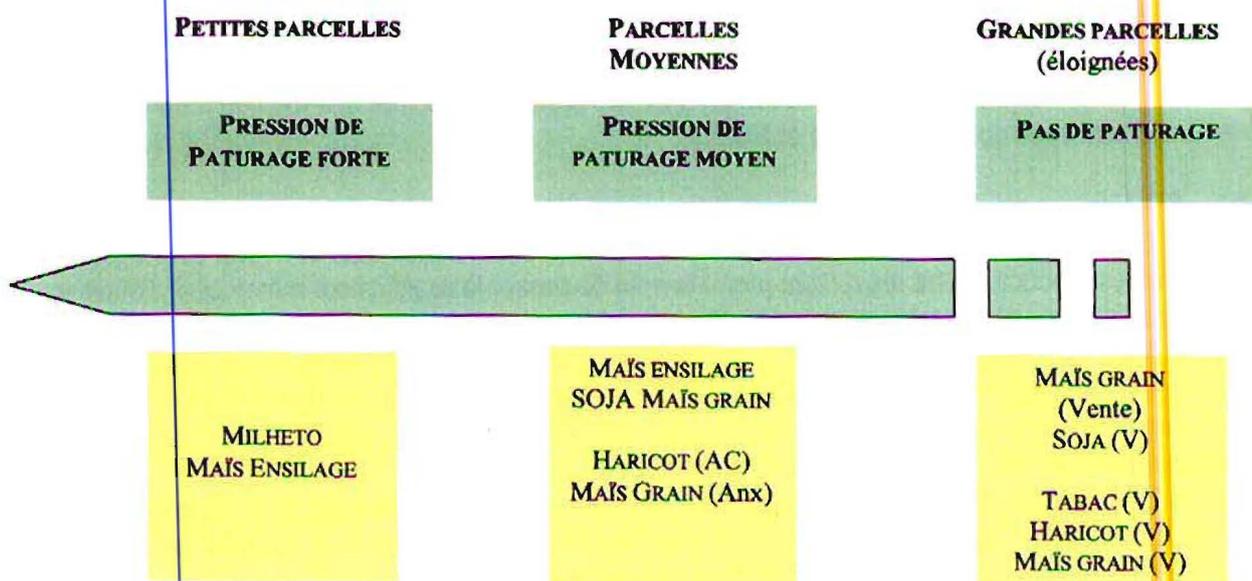
Été comme hiver, ces producteurs pratiquent le SCV et sèment les céréales d'hiver de la même manière que les plantes de couverture c'est à dire avec un épandeur d'engrais, après un passage de pulvérisateur. La production est destinée à l'alimentation animale.

En été, on observe autant à Irati qu'à Teixeira Soares, une **succession de deux cultures à cycle court** (2 à 4 mois) parmi le maïs ensilage, le haricot et le *milheto* pâturé. Cependant c'est assez peu fréquent et nous avons seulement mentionné l'association du haricot et maïs grain dans le **SC.3.2** et **SC.3.4**.

Les producteurs souhaitent **occuper la surface le sol** afin d'éviter l'envahissement en adventices, particulièrement en agriculture manuelle et à le couvrir afin de le protéger de l'érosion. En effet, lorsque le premier cycle est un haricot, les résidus de la culture sont faibles et se dégradent rapidement à cause de leur faible rapport C/N.

Dans d'autres cas, ils essaient de maximiser la productivité de la terre car elle est la ressource limitante : à Teixeira Soares le prix de la terre en location augmente, particulièrement avec le développement de la filière lait car beaucoup d'entreprises de transformation du lait en sont proches et à Irati c'est la disponibilité en terres relativement planes qui est faible.

Figure 19 : Un gradient de pression de pâturage qui influe directement sur le zonage et les systèmes de culture mis en place de chaque zone.



Groupe I	<p>SC.1.a : semis direct en hiver et en été pour le maïs</p> <p>SC.1.b : Scarification en hiver et semis direct du maïs</p>	<p>SC.2.1.a : semis direct en été et en hiver pour le haricot, maïs ensilage et maïs grain</p> <p>SC.2.1.b : Semis direct du maïs scarification avant haricot en été, et scarification en hiver</p>	<p>SC.3 : Semis conventionnel du haricot, maïs ensilage et maïs grain</p> <p>SC.4.1 : semis direct de maïs grain ou maïs ensilage sur vesce</p> <p>SC.4.2 : Semis direct de maïs grain sur avoine ou RGI non pâturé</p>
Groupe II	<p>SC.1.a : semis direct en hiver et en été pour le maïs</p>	<p>SC.2.2 : semis direct de maïs grain et maïs ensilage</p>	<p>SC.4.2 : semis direct de maïs ensilage ou maïs grain sur avoine ou RGI non pâturé</p> <p>SC.6.1 : semis direct de maïs grain ou soja sur végétation spontanée –</p> <p>SC.6.2 : semis direct en été de maïs grain ou soja sur triticales</p>
Groupe III	<p>SC.1.a : semis direct en hiver et en été pour le maïs</p>	<p>SC.5.a : Semis direct en hiver et en été pour le soja, maïs grain et maïs ensilage</p>	<p>SC.4.3 : semis direct de maïs grain ou soja sur avoine ou RGI coupés</p> <p>SC.4.4 : semis direct de maïs grain ou soja sur avoine ou RGI ensilés</p> <p>SC.6.1 : semis direct de soja ou maïs grain sur végétation spontanée</p>
Groupe IV	<p>SC.1.b : scarification en hiver et semis direct du maïs</p> <p>ou</p>	<p>SC.5.b : scarification en hiver après le maïs seulement et semis direct en été du soja ou maïs grain ou maïs ensilage</p> <p>ou</p>	<p>SC.4.3 : semis direct de maïs grain ou soja sur avoine ou RGI coupés</p> <p>SC.4.4 : semis direct de maïs grain ou soja sur avoine ou RGI ensilés</p> <p>SC.6.1 : Semis direct de soja ou maïs grain sur végétation spontanée</p> <p>SC.6.2 : semis direct en été de maïs grain ou soja sur triticales</p>
	<p>SC.1.c : Scarification en été et semis direct des pâturages en hiver</p>	<p>SC.5.c : Scarification en été seulement ayant le maïs, semis direct du soja et semis direct des pâturages</p>	

Légende : AC : destiné à l'autoconsommation ; V : destiné à la vente ; Anx : destiné aux animaux

3. CORRESPONDANCE DES TYPES DE PRODUCTEURS ET ECHELLES DE SCV

La **figure 19** nous renseigne sur les systèmes de culture pratiqués par chaque type de producteur ainsi que le détail des pratiques de semis sur couverture végétale correspondantes.

a) Groupe I : Producteurs d'Irati

Une minorité pratique le SCV sur toutes les cultures (sauf le *milheto*). Il faut souligner que ces producteurs ne cultivent pas de tabac, car cette culture est toujours cultivée en semis conventionnel chez les producteurs que nous avons pu enquêter et également comme l'avait remarqué Rachou (1997) lors de son étude dans cette même région.

- C'est le cas de producteurs complètement convaincus de l'effet positif des SCV (expérience de 8 ans avant l'intégration de pâturages) et qui ont des petits troupeaux (**intégration récente de l'élevage**) donc une faible charge animale (instantanée et d'exploitation); ceux-ci ne veulent absolument pas travailler le sol. Or, on peut supposer qu'en augmentant la taille de leur troupeau et ainsi la pression de pâturage, ils adopteront peut être le scarificateur en hiver, afin de toutefois préserver les avantages du SCV pour les cultures d'été. Ils sèment des engrais verts (avoine en couverture ou vesce coupée) même sur les parcelles non pâturées.
- Mais c'est aussi le cas de personnes qui ne **volent aucune production végétale**, produisant seulement pour satisfaire l'alimentation animale et les besoins de la famille et qui ne craignent pas les effets de la compaction du sol sur les rendements. Toutes les parcelles sont pâturées, sauf la surface en vesce qui est coupée manuellement.

Ils pratiquent ainsi les systèmes de culture SC.1.a sur les petites parcelles de *milheto*-maïs ensilage, SC.2.a sur les parcelles de taille moyenne et pâturés de façon modérée et les systèmes SC.4.1 et SC.4.2 sur les parcelles non pâturées et éloignées.

Mais, il faut souligner qu'une **majorité des producteurs pratique une scarification avant l'installation des pâturages et avant le haricot sur les aires de pâturage** : SC.1.b et SC.2.1.b.

En effet, le haricot bien que destiné à la vente est aussi cultivé sur les aires pâturées afin semble-t-il de participer en tant que plante fixatrice de l'azote atmosphérique, à la restauration de la fertilité de ces aires qui ne portent par ailleurs que des graminées et subissent d'importantes exportations au pâturage.

Sur les aires non pâturées, ces producteurs sèment leurs cultures de vente en mode conventionnel (SC.3) et réservent cependant une aire emblavée en vesce qui est coupée car elle ne supporte pas le piétinement (SC.4.1).

b) Groupe II : Producteurs d'Irati diversifiés en engraissement (bovins ou porcs)

Ces producteurs cultivent une **majorité d'espèces destinées à l'alimentation animale**. Ils ne craignent donc pas les effets du pâturage et pratiquent les SCV été comme hiver sur toutes leurs parcelles.

Il faut quand même souligner que certains cultivent en SCV depuis une période très récente (1 ou 2 ans) et sur une petite part de l'assolement du **soja en rotation avec du triticale** (destiné aux animaux) ; ou sur des résidus de culture, ces parcelles ne sont donc pas pâturées.

Il est important de citer le cas isolé d'un producteur qui a semé du RGI sur une parcelle non pâturée, éloignée mais qui lui appartient pour effectuer le SCV du maïs grain. Cela fait 4 ans qu'il a semé le RGI et il nous a indiqué qu'il pouvait attendre encore 2 ou 3 ans avant de ressemer la couverture. Chaque année le RGI se resème spontanément et le producteur n'a donc pas à investir dans les frais d'installation de la couverture végétale chaque année.

c) Groupe III : Producteurs diversifiés de Teixeira Soares

Ces producteurs appliquent de **faibles pressions de pâturage** sur la majorité de leurs parcelles si l'on exclut les parcelles de *milheto* (SC.1), ils jugent ainsi que le piétinement des animaux n'est pas assez important pour justifier le passage périodique du scarificateur sur ces aires.

Ils pratiquent donc le **SCV sur toutes leurs surfaces, pâturées ou non, que ce soit sur une couverture végétale pâturée ou ensilée ou bien sur une couverture végétale spontanée.**

Le semis du *milheto* est le seul effectué après un passage de scarificateur.

Ils sèment la grande **majorité de la sole du soja et du maïs grain sur des surfaces non pâturées** par crainte manifeste des effets néfastes du piétinement sur les rendements de ces cultures destinées à la vente. Ces parcelles ne sont pas semées en plante de couverture, mais le SCV est effectué sur la végétation spontanée et les résidus de culture.

Les aires pâturées, selon la logique générale d'attribution de fonction aux parcelles, portent en priorité des cultures destinées aux animaux mais aussi une faible part de la sole globale de maïs grain et de soja.

Cependant les producteurs cultivent et gèrent leurs parcelles selon **deux rotations distinctes** : d'une part du *milheto* en rotation avec du maïs ensilage et d'autre part du maïs grain (destiné aux animaux) en rotation avec du soja.

Ces parcelles sont gérées différemment dans le sens qu'elles subissent des modalités de pâturage différentes (pression de pâturage hivernal plus forte pour les parcelles de *milheto* / maïs ensilage).

De façon globale, la part du soja semé sur des parcelles pâturées est très minoritaire et ne peut pénaliser le producteur même si l'on fait l'hypothèse que le rendement de ces parcelles sera diminué à cause des effets du piétinement des animaux.

Comme nous pouvons le remarquer encore une fois, le producteur attribue effectivement une fonction à chaque parcelle qui influe directement sur le choix du système de culture pratiqué en fonction de la pression de pâturage appliquée.

d) Groupe IV : Producteurs de Teixeira Soares spécialisés en lait

Ces producteurs ont une charge animale par hectare pâturée (charge instantanée et d'exploitation) plus importante que le groupe III car ils ont d'une part plus de bêtes et d'autre part moins de terres pâturables (proches de l'exploitation).

Ils jugent alors qu'il est important de décompacter régulièrement les sols par un passage de scarificateur sur les parcelles de *milheto* et les autres parcelles pâturées.

Néanmoins, les parcelles non pâturées sont gérées comme dans le groupe III avec toutefois une modalité de SCV supplémentaire puisque nous rencontrons de la culture de blé ou triticale intercalé en hiver entre le soja et le maïs. Ces céréales d'hiver sont cultivées pour améliorer à moindre frais la ration alimentaire du troupeau.

Nous avons rencontré deux cas de figures pour la gestion des parcelles pâturées :

- Cas 1 : Scarification effectuée en hiver, avant l'installation des pâturages :
Parcelles de *milheto* – maïs ensilage : SC.1.b (SCV du maïs ensilage)
Parcelles de maïs ensilage, soja et maïs grain : SC.5.b (SCV en été et passage de scarificateur uniquement après le maïs)

La logique globale du producteur est de passer un **scarificateur en hiver après un maïs (grain ou ensilage) ou un *milheto*** car ces cultures (racine fasciculée) ne décompactent pas le sol ; et d'effectuer le SCV des plantes de couverture après un soja dont la racine pivotante participe à la décompaction du sol.

- Cas 2 : **Scarification en été pour les cultures sensibles à la compaction des sols** comme le maïs et le *milheto* (racine fasciculée et superficielle). SCV du soja et des plantes de couverture.

Parcelles de *milheto* : SC.1.c (SCV des plantes de couverture)

Parcelles de maïs ensilage, soja et maïs grain : SC.5.c (SCV du soja et des plantes de couverture)

Ces producteurs préfèrent passer le scarificateur en été même si cela occasionne une surcharge de travail par rapport à un SCV et une compétition pour l'allocation de la main d'œuvre et des machines durant la période cruciale des semis car ils disposent d'une surface moins importante que les producteurs du cas n°1.

Logique globale des SCV:

Tous les producteurs **perçoivent l'introduction de l'animal sur les parcelles jusque là occupées par des cultures, comme négatif** en ce sens que le piétinement du troupeau entraîne une compaction des sols, répercutée sur les rendements.

Bilan :

- Ainsi, nous assistons à une très nette **ségrégation des parcelles vouées à l'élevage et de celles vouées aux cultures de rente** en même temps que des pratiques culturales :
- Les échelles de SCV sont directement reliées à **la fonction allouée à chaque parcelle.**
- Le producteur modifie ses pratiques sur les parcelles pâturées seulement.
- Il adopte la pratique du **décompactage périodique des parcelles pâturées**
- La situation actuelle du SCV nous montre que les producteurs investissent dans le semis d'une plante de couverture à partir du moment où la biomasse produite servira à nourrir les animaux. **L'intégration de l'élevage peut donc stimuler l'accroissement des surfaces cultivées en SCV au lieu de constituer un obstacle.**
- Certaines cultures sont difficilement conduites en SCV (tabac, haricot, miheto)

4. LE CALENDRIER ET L'ITINÉRAIRE TECHNIQUE

a) Le calendrier des cultures

La **figure 20** illustre les calendriers de culture correspondants aux différents cycles de culture pratiqués dans notre zone d'étude.

Dans la région centre sud du Paraná, le **facteur limitant** la période des cultures est avant tout la **température**, avec l'occurrence de gelées précoces à partir de mai et jusqu'au début septembre. Ainsi dans cette région les producteurs pratiquent généralement un seul cycle de culture contre deux cycles dans le nord de l'Etat.

Nous remarquons globalement des périodes de **semis plus précoces chez les producteurs des types III et IV** qui cultivent des parcelles **d'avoine ou de RGI pour produire de l'ensilage** et permettre ainsi un retrait des animaux plus précoce que ne le font les producteurs des autres groupes.

Pour certaines cultures comme le haricot ou le maïs ensilage et le *milheto*, les producteurs ne peuvent retarder les semis (comme nous l'expliquons ci-après). Ainsi, c'est le semis du maïs grain qui sera retardé et les animaux effectueront le dernier pâturage d'hiver sur les parcelles qui lui seront destinées, particulièrement sur le maïs grain destiné à l'alimentation animale (SC.2).

Milheto : Il représente le seul pâturage d'été mis à part les prairies natives peu productives et les éleveurs souhaitent l'implanter le plus tôt possible afin de satisfaire les besoins du troupeau. Il a un rôle primordial dans le système fourrager car il vient rompre la saison de « manque fourrager » qui fait suite à la fin des pâturages d'hiver. De plus, il est sensible aux basses températures, et dans notre zone on ne peut l'exploiter que jusqu'en février.

Maïs ensilage : c'est l'élément de régulation de la balance fourragère au cours de l'année (fourrage conservé) : il est donc important de reconstituer les stocks et de le semer au plus tôt. Ainsi, la majorité de la sole de maïs ensilage est semée avant le 1^{er} octobre et peu nombreux sont les agriculteurs qui cultivent un 2^{ème} cycle.

Par ailleurs, en prévision de la fin de la disponibilité du *milheto* de premier cycle (majoritaire, car peu de producteurs sèment deux *milheto*) et afin de combler le creux fourrager de la transition été-hiver, les éleveurs souhaitent aussi reconstituer leur stock de maïs ensilage au plus tôt en cas d'accidents climatiques compromettant la production fourragère.

Haricot : il est possible de réaliser deux cycles pendant l'été, mais la productivité du second cycle se trouve beaucoup altérée par les risques d'accidents climatiques (fortes pluies en fin de cycle, grêle, gelées précoces en avril). La récolte du haricot de premier cycle intervient fin décembre-début janvier, ce qui correspond à une petite phase sèche, favorisant le séchage des haricots sur pied. Ainsi les producteurs de haricot le sèment principalement entre le 15 septembre et le premier octobre et au maximum avant le 15 octobre.

La date de semis est à peu près la même que celui-ci soit semé en mode conventionnel dans le SC.3 ou en succession d'un pâturage dans le SC.2. Le haricot est une culture de vente et le producteur choisira d'écourter la période de pâturage, pour effectuer le semis du haricot à une date optimale.

Les producteurs qui travaillent en agriculture manuelle (une partie du Groupe I) pratiquent une **association haricot-maïs**. En effet, 15 jours à 3 semaines avant la récolte du haricot, le maïs est semé grâce à la matraca (outil manuel pour le SCV) chaque deux lignes de haricot. L'objectif est ainsi de gagner du temps pour le semis du maïs, et de valoriser la main d'œuvre familiale qui n'est pas saturée

à cette période (décembre) mais dont le pic de travail se situe durant les mois de janvier et février, coïncidant avec la récolte manuelle du haricot et la période d'ensilage.

Le semis manuel conduit à un échelonnement de l'implantation de la culture dans le temps, ce qui permet d'étaler la récolte de maïs réalisée manuellement (et sa conservation sur pieds) et de minimiser les risques climatiques susceptibles d'affecter le rendement.

Il est toutefois important de signaler que cette pratique est particulièrement répandue en agriculture de subsistance et disparaît dès lors que la structure de l'exploitation évolue (traction motorisée, agrandissement, vente). Ceci est certainement dû à la forte demande en main d'œuvre de cette pratique.

Le **maïs grain**, qui n'est pas cultivé en mode « associé » est semé durant les mois d'octobre et novembre, d'autant plus tard que les producteurs souhaitent profiter davantage des pâturages d'hiver. Le maïs connaît une période de stress hydrique au moment de la floraison. Cependant, afin qu'il ne souffre pas des conséquences de la sécheresse d'été (« *veranico* ») qui survient durant le mois de décembre, les producteurs le sèment le plus tôt possible (à partir du 1^{er} octobre) en s'assurant qu'il ne risque plus l'occurrence de gelées tardives (cette année jusqu'au 10 septembre 2001).

La date de **semis du maïs est échelonnée** : elle dépend du précédent en hiver, donc du système de culture et de la fonction parcellaire.

Ainsi, on remarque que le producteur **commence les semis de maïs sur les parcelles qui ne sont pas pâturées** (SC.3 : absence de plante de couverture, SC.4 : vesce coupée, avoine ou RGI non pâturés, coupés, ensilés, SC.6 : absence de plante de couverture ou culture d'hiver).

Le dernier maïs semé est celui qui est destiné aux animaux, lequel fait suite à un pâturage dans le système de culture SC.2 où la priorité est accordée à un pâturage tardif (fonction parcellaire).

Des travaux du IAPAR, conduits par Gomes (1991) ont démontré que pour l'ensemble des cultivars testés, les rendements sont maximum pour un semis effectué la deuxième quinzaine de septembre et diminuent de 15 à 20% pour un semis effectué la deuxième quinzaine de novembre, ce qui correspond néanmoins à la pratique des producteurs d'Irati (Gr I et II).

Ainsi, afin de ne pas pénaliser le rendement par un pâturage trop tardif, les producteurs des groupes III et IV effectuent leur dernier semis de maïs plus tôt, avant les producteurs des groupes I et II car ils produisent de l'ensilage d'avoine et de RGI dans le but de retirer plus tôt les animaux des parcelles.

Le **soja** étant une espèce photopériodique elle est semée plus tard que le maïs grain, à partir du 1^{er} décembre en général de sorte qu'elle profite au maximum des jours les plus longs.

De manière générale, les producteurs laitiers d'Irati font pâturer le **Papuã** (*Brachiaria plantaginea*) de janvier à mars-avril, graminée adventice du maïs, qui constitue ainsi un pâturage naturel (de bonne qualité : 12% de protéines) sans aucun frais.

Ainsi, ils laissent volontiers leurs terres nues après un cycle de maïs ensilage, haricot, ou *milheto* afin de pouvoir faire pâturer.

Tableau 11 : Les itinéraires techniques

Cultures	Dates	Intervention technique	Intrants	Doses
Maïs Grain	Septembre – Octobre	Dessication de la couverture	Glyphosate	1.5 à 3 l/ha
		Semis	Semences 5-15-10	17 à 20 kg/ha 80 à 300 kg/ha
	20 à 30 jours après semis (JAS)	Desherbage chimique	Atrazine Nicosulfuron	4 à 5 l/ha 0.4 l/ha
	40 à 50 JAS	Fertilisation azotée	Urée	75 à 215 kg/ha
Maïs ensilage	Septembre	Dessication de la couverture	Glyphosate	1.5 à 3 l/ha
		Semis	Semences 5-15-10	17 à 20 kg/ha 80 à 300 kg/ha
	20 à 30 jours après semis (JAS)	Desherbage chimique**	Atrazine Nicosulfuron	4 à 5 l/ha 0.4 l/ha
	40 à 50 JAS	Fertilisation azotée	Urée	75 à 215 kg/ha
Haricot		Dessication de la couverture	Glyphosate	1.5 à 3 l/ha
		Semis	Semences 5-15-10	40 kg/ha 250 kg/ha
		Contrôle maladies	Fongicide	1.6 kg/ha
		Desherbage	Fumazifop –p-butyl + fomesafen	0.8 l/ha
Soja		Dessication de la couverture	Glyphosate	2 à 3 l/ha
		Semis	Semences certifiées 2-20-20	45 à 50 kg/ha 250 kg/ha
		Contrôle maladies	Fongicide Insecticide	Variable selon le produit
		Desherbage	Lactofen Fenoxaprop- p –ethyl Chlorimuron-ethyl	variable

** Certains producteurs du groupe I n'appliquent pas de désherbant dans le maïs ensilage.

↳ Globalement, les semis sont réalisés en trois phases :

- Du 1^{er} au 30 septembre : semis du *milheto*, haricot, tabac et maïs ensilage
- Du 1^{er} octobre au 15 novembre : semis échelonné du maïs
- Du 1^{er} novembre au 10 décembre : semis du soja

Les producteurs qui pratiquent les cultures de soja et maïs (Gr III et IV) nous ont déclaré apprécier particulièrement la flexibilité du calendrier de ces deux cultures et l'échelonnement de leur époque d'implantation qui permet de cultiver une surface importante grâce à un étalement des chantiers mobilisant main d'œuvre et équipements de semis qui sont identiques.

Par ailleurs, le système de culture soja-maïs est particulièrement « compatible » avec un pâturage hivernal. En effet, les parcelles destinées au soja permettent de faire pâturer les animaux après qu'ils ont été retirés des parcelles destinées au maïs et ainsi d'effectuer un semis du maïs plus tôt que ne le font les producteurs d'Irati (Gr I et II).

Pour les animaux, il est impératif de semer le *milheto* et le maïs ensilage tôt dans la saison et pour les producteurs du groupe I ces travaux entrent en compétition avec les semis des cultures de rente que sont le haricot et le tabac. La compétition est d'autant plus importante que le travail est effectué en traction animale.

Ainsi, les producteurs d'Irati ont-ils réduit leurs surfaces cultivées en haricot et le faible nombre de producteurs qui cultivent encore du tabac veulent arrêter d'ici 1 à 2 ans.

Le **type de couverture végétale peut aussi influencer sur la date de semis de la culture suivante**. En effet, l'avoine termine son cycle assez tôt dans l'hiver (fin août), ce qui permet d'effectuer un semis précoce tout en profitant bien de son offre fourragère alors que le cycle du RGI est plus tardif et plus long.

Ainsi, **après un RGI**, les producteurs du groupe I et II tentent de semer leur culture à partir du 15 octobre. Il y a plusieurs raisons à cela : ils souhaitent bien profiter de l'offre fourragère du RGI (tardive par rapport à l'avoine) et permettre la production de graines et le ressemis spontané l'hiver suivant ou bien encore éviter les problèmes de fermeture du sillon lors d'un semis direct effectué à travers une couverture de RGI non sénescente et dont le chevelu racinaire est important.

Comme nous venons de le voir, la dernière culture semée est le maïs grain, c'est donc lui qui succèdera le plus souvent à un RGI.

Ceci met en évidence la construction de rotations annuelles raisonnées par rapport à l'enchaînement des cycles de développement de la plante de couverture et de la culture.

b) Les itinéraires techniques

Le **tableau 11** détaille les modalités des itinéraires techniques du maïs grain, maïs ensilage, haricot et soja.

Nous allons particulièrement nous intéresser aux modalités d'implantation de la culture, car cette phase est intimement articulée avec les modalités de pâturage réalisées précédemment. Le producteur coordonne la **succession de ces deux modes d'exploitation** sur chaque parcelle de façon à établir un calendrier de mise en place des semis qui réponde aux objectifs d'alimentation des animaux et d'implantation raisonnée des cultures.

Modalités de semis des cultures :

La préparation du SCV des cultures comporte 3 phases qui sont : l'intervalle entre le retrait des animaux et la dessiccation, la dessiccation et l'intervalle entre la dessiccation et le semis direct dans la paille.

• **SCV sur couverture pâturée :**

Phase 1 : Intervalle retrait des animaux – dessiccation : 5 à 30 jours selon la quantité de biomasse restante à la sortie des animaux et la disponibilité en pâturage d'hiver ou en ensilage d'avoine ou de RGI. Moins le producteur a de pâturage, plus il va faire pâturer intensément la couverture. Cependant, les producteurs du groupe III et IV font de l'ensilage d'avoine ou de RGI afin de pouvoir retirer les animaux plus tôt des parcelles et faire un SCV sur une quantité de biomasse satisfaisante.

Tableau 12 : Intervalle (en jours) entre le retrait des animaux et la dessiccation de la plante de couverture selon les groupes :

	Gr I	Gr II	Gr III	Gr IV	Moyenne
Avoine	2		25	30	14
RGI semé			13	15	10
RGI spontané	7	9	15		9
Avoine + RGI semé	6		15	12	9
Avoine + RGI spontané		5	10		5
Vesce	15				15
Moyenne	5	4	11	12	

Globalement, on remarque un intervalle beaucoup plus long pour les producteurs des groupes III et IV et des durées équivalentes.

Les animaux retirés plus tôt que chez les producteurs des groupes I et II sont affouragés avec des fourrages conservés produits sur l'exploitation.

Les producteurs des groupes III et IV respectent un intervalle d'un mois pour l'avoine car leurs animaux sont mis à pâturer sur les parcelles de RGI et car ils souhaitent laisser une quantité de biomasse importante tandis que les pâturages de RGI sont pâturés plus longtemps car il s'agit des derniers pâturages d'hiver.

Les groupes I et II respectent un intervalle très court pour l'avoine qui est pâturée au maximum et une semaine environ pour le RGI certainement car celui-ci est pâturé jusqu'au moment où le *milheto* est prêt à recevoir les animaux (à partir du 15 octobre).

Le producteur respecte un intervalle de retrait des animaux–dessiccation qui dépend non seulement du fonctionnement de son système fourrager et de la plante de couverture mais aussi de la culture qui suit et de son mode de semis.

Intervalle retrait des animaux et dessiccation selon la culture suivante :

- Le haricot et le *milheto* ne sont généralement pas cultivés en SCV et les producteurs vont alors exploiter la biomasse au maximum. Ces cultures seront installés sur des parcelles pâturées jusqu'à une date maximum avant les travaux de préparation du semis, soit un intervalle de 0 à 2 jours.
- Le maïs ensilage étant destiné aux animaux, les producteurs donnent la priorité aux animaux et donc au pâturage jusqu'à une semaine avant la dessiccation.
- Les parcelles qui seront emblavées en maïs grain sont pâturées en moyenne jusqu'à une semaine avant la dessiccation. Cet intervalle entre le retrait des animaux et la dessiccation est

d'autant plus court que le maïs est destiné aux animaux ou à l'autoconsommation. Les producteurs souhaitent profiter au maximum des pâturages, particulièrement ceux d'Irati.

- Le soja est toujours vendu et les parcelles sont pâturées jusqu'à 15 jours avant la dessiccation. Le soja est semé environ un mois plus tard que le maïs et les plantes de couverture (du RGI ou du RGI et de l'avoine) arrivent à leur stade sénescence avant le semis du soja. Ainsi tout en profitant des pâturages au maximum, l'intervalle entre le retrait des animaux et la dessiccation est plus important que pour le maïs.

Phase 2 : Dessiccation grâce à un herbicide total (matière active : **glyphosate**) ; doses allant de 1.5 à 3 l/ha selon la nature des adventices et la pression exercée.

Phase 3 : Intervalle dessiccation – semis: 5 à 15 jours.

Le RGI est particulièrement tenace à dessécher et les producteurs respectent un minimum de 7 jours entre la dessiccation et le semis bien qu'il soit recommandé d'attendre au moins 15 jours.

En effet, en cas de mort incomplète du RGI, il risque d'entrer en compétition avec la plantule pour les nutriments et la lumière.

Cependant les producteurs ajustent cet intervalle en fonction du stade physiologique du RGI : s'il est déjà sénescence (à partir du 15 octobre) ils peuvent diminuer cet intervalle.

L'avoine quant à elle est facilement détruite mais elle possède des propriétés allélopathiques qui exigent que le producteur respecte un intervalle minimum de 7 jours avant le semis du maïs.

- **SCV sur couverture non pâturée** : cas de quelques producteurs isolés (Gr I et II)

La couverture est détruite avec un rouleau à couteaux²⁹(qui bloquent la circulation de la sève et tue la plante) qui permet de coucher la biomasse. On peut aussi utiliser un « pau » (tronc d'arbre traîné).

Afin que la plante de couverture soit convenablement détruite et ne repousse pas après sa destruction il faut la détruire au bon moment. L'avoine et la vesce sont facilement détruites grâce au passage d'un rouleau à couteaux. L'avoine doit ainsi être détruite au stade grain laiteux, la vesce depuis la floraison jusqu'à la formation des gousses et le RGI est plus problématique et doit être détruit de manière chimique avec un herbicide systémique (glyphosate) ou bien le producteur doit attendre qu'il termine son cycle.

L'avoine perd son pouvoir germinatif pendant l'été et doit être ressemée alors que la vesce et le RGI conservent leur pouvoir germinatif et se ressement spontanément l'année suivante.

- **SCV sur végétation spontanée** :

Application de Glyphosate selon des doses sensiblement égales à celles appliquées par le même producteur sur les parcelles de plantes de couverture pâturées selon les déclarations des personnes rencontrées.

- **Semis conventionnel du tabac** après labour systématique puis passage de pulvérisateur avant le semis et après.
- **Semis après scarification** (ou labour puis passage de pulvérisateur) du haricot, voire du maïs selon le système de culture adopté et du *milheto* dans tous les cas.

L'agriculteur effectue :

- ✓ en traction motorisée un passage de scarificateur et de pulvérisateur à disque pour affiner le lit de semences et niveler la surface du sol avant semis (pour le *milheto*, réalisé au lancé ou au « vicão » épandeur d'engrais) puis un passage de pulvérisateur après le semis pour incorporer les semences

²⁹ *Rolo-faca* en portugais.

- ✓ en traction animale un passage de charrue attelée suivi du passage d'un outil à dents et un nouveau passage d'outil à dent après le semis au lancé.

En effet, le *milheto* exige pour germer une certaine température du sol, or lorsqu'il est semé en septembre-octobre (automne), le sol est trop frais selon les producteurs et il est alors nécessaire de l'aérer et le réchauffer par ce travail³⁰.

Selon Postiglioni (2001, communication personnelle), ceci n'est pourtant pas nécessaire mais il ajoute que les variétés utilisées dans la région (BN 1 et BN2) sont plus exigeantes en termes de température que la variété « comun » provenant de l'Etat le plus au Sud du Brésil qui est adaptée à des températures plus fraîches.

Les semoirs-fertilisateurs utilisés en traction animale ou motorisée possèdent généralement des disques semeurs et non de « couteaux » (creusement du sillon au sein duquel l'engrais est déposé en dessous de la graine) disposés à l'arrière du disque de coupe de la paille qui sectionne la paille et les résidus de culture.

Nous avons aussi rencontré chez un producteur une pratique particulière de semis du RGI. Sur une parcelle de moins de 10 ha il sème le RGI à la volée au milieu du soja, 15 jours avant la récolte et ne passe pas de pulvérisateur pour ne pas provoquer d'évaporation. En tombant à terre, les feuilles desséchées du soja suffisent à le recouvrir et lui garantir de bonnes conditions de germination.

Améliorations possibles des SC :

- penser à des variétés précoces de maïs qui termineraient leur cycle plus tôt et subiraient moins de perte de rendement même pour un semis effectué en novembre –décembre après une longue période de pâturage...
- Utiliser le *milheto* variété « comun » au lieu de BN1 et BN2, qui ne nécessite pas de passage de scarificateur.

³⁰ Les producteurs citent qu'ils ont déjà essayé d'effectuer le semis sans travail du sol, avec une simple incorporation et qu'ils ont observé des fontes de semis dans ces conditions.

B. IMPACTS DE L'INTEGRATION DE LA PRODUCTION LAITIERE DANS LES EXPLOITATIONS

I. Les impacts sur le système de production végétale

La figure 19 (page 56) nous permet de formuler quelques réflexions. Nous constatons en effet que les producteurs des types II et III cultivent toutes leurs surfaces en SCV, alors que les producteurs du groupe I sèment leurs cultures de rente en mode conventionnel. Les producteurs du type IV quant à eux décompactent périodiquement leurs parcelles pâturées.

1. L'ETAT DU SCV AVANT L'INTEGRATION LAITIERE

A Teixeira Soares, pratiquement tous les exploitants pratiquaient le SCV (adoptés en moyenne il y a plus de 10 ans, début des années 90) **avant de produire du lait pour la vente** (70% de l'échantillon vend du lait depuis plus de 6 ans et le nombre de producteurs recensés sur la commune était stable pour 1999 et 2000³¹).

Mais nous avons remarqué quelques producteurs ayant commencé simultanément le SCV et la production laitière qui est alors apparue comme un élément promoteur des SCV même ils y pensaient déjà à cause des problèmes d'érosion.

Le SCV était vraisemblablement pratiqué sur la majorité des surfaces cultivées en propriété sur le soja et le maïs avec implantation **d'avoine** en hiver destinée à la couverture végétale. Avec l'augmentation numérique croissante du troupeau, de plus en plus de parcelles sont pâturées en hiver.

Avant de commencer à produire du lait pour la vente, les producteurs pratiquaient également déjà le *SCV sur résidus de culture et végétation spontanée sur les parcelles louées*, généralement éloignées. A cette époque, le parcellaire était composé des parcelles proches de l'exploitation et de celles plus lointaines (parcelles louées) ; **mais chacune respectait le même schéma de rotation (2/3 de soja et 1/3 de maïs)**.

Il est à souligner que le soja est toujours cultivé en SCV alors que le maïs, réputé plus sensible à la compaction des sols peut être implanté après un passage de scarificateur dans quelques cas. Mais en règle générale : **toutes les cultures d'été sont en semis direct sur couverture végétale** semée ou spontanée (sauf le *milheto*).

A Irati, l'ensemble des exploitations a adopté le semis depuis 5 ans en moyenne et l'intégration laitière s'est faite il y a 1 à 5 ans.

Les pratiques de SCV et la proportion de l'assolement concerné varient beaucoup à Irati où l'adoption de cette technique est relativement récente et pas totalement maîtrisée (usage des herbicides). Il est d'ailleurs à souligner que l'utilisation d'intrants chez les petits producteurs peu capitalisés date du début des années 90.

Nous avons recensé parmi notre échantillon une majorité d'exploitations ayant **adopté le semis direct sur couverture végétale sur une partie seulement de leur parcellaire**, mais cette adoption était antérieure à la production de lait.

³¹ Recensement EMATER, com pers. Friedel, Irati.

Aujourd'hui, les producteurs pratiquent préférentiellement le SCV pour le maïs et sur des surfaces pâturées pour la majorité d'entre eux.

Une minorité de producteurs pratique cependant les SCV sur la totalité des surfaces cultivées (mais ne cultivent pas de tabac). Dans le cas où des parcelles demeurent en jachère hivernale, les producteurs réalisent un semis conventionnel.

Ainsi on peut se demander comme le suggérait Rachou (1997) si ce n'est pas **la nécessité d'implanter des pâturages qui n'a pas encouragé les producteurs à réaliser le SCV ou du moins à augmenter les surfaces.**

L'investissement dans les plantes de couverture qui ont alors une **double fonction (pâturage et couverture du sol)** est fait pour la production laitière mais la biomasse restante après le passage des animaux peut servir de couverture végétale pour réaliser un SCV des cultures.

De façon générale, avec l'intégration du lait, le producteur va modifier son système de production, acquérir de nouveaux moyens de production (achat de matériel spécifique pour la coupe et l'ensilage des pâturages, emploi de main d'œuvre) ; et il va surtout modifier son assolement, son parcellaire et ses pratiques culturales (gestion des pâturages et des cultures).

2. MODIFICATION DE L'ASOLEMENT

Le producteur introduit dans son assolement du maïs ensilage, du *milheto* et de nouvelles plantes de couverture, sélectionnées pour leur **intérêt fourrager** comme le RGI et le tifton 85 (*Cynodon dactylon*). Chez les producteurs d'Irati, l'activité laitière a entraîné par substitution une diminution nette des surfaces cultivées en haricot pour des raisons économiques et agronomiques et l'abandon de la culture du tabac (problème de main d'œuvre).

Les surfaces cultivées en haricot sont effectivement diminuées car le semis précoce du haricot ne permet pas au producteur de profiter pleinement des pâturages de RGI qui le précèdent et parce que la récolte de haricot entre en compétition avec l'ensilage de maïs pour l'allocation de la main d'œuvre.

La culture de tabac est en déprise, en effet seulement 2 exploitants sur 10 en cultivent (soit environ 10% de l'échantillon, chez qui le tabac occupe 20% de l'assolement).

La diminution des surfaces cultivées en haricot et tabac entraîne ainsi une modification importante de la physionomie globale de l'assolement des exploitations.

3. REORGANISATION SPATIALE DU PARCELLAIRE

A partir du moment où les producteurs intègrent la production laitière dans leur système de production, ils vont adopter une **stratégie visant à éviter/minimiser les effets négatifs du pâturage**. Tous les producteurs vont en effet **diviser leur parcellaire en aires auxquelles ils attribuent une fonction** qui est soit celle d'alimenter le troupeau, soit celle de produire des cultures de rente (même pour les groupes II et IV qui en cultivent relativement peu).

Ainsi, les aires attribuées aux animaux seront celles pâturées en hiver et afin de ne pas pénaliser les cultures de rente, ils choisissent d'emblaver ces parcelles en cultures à destination des animaux.

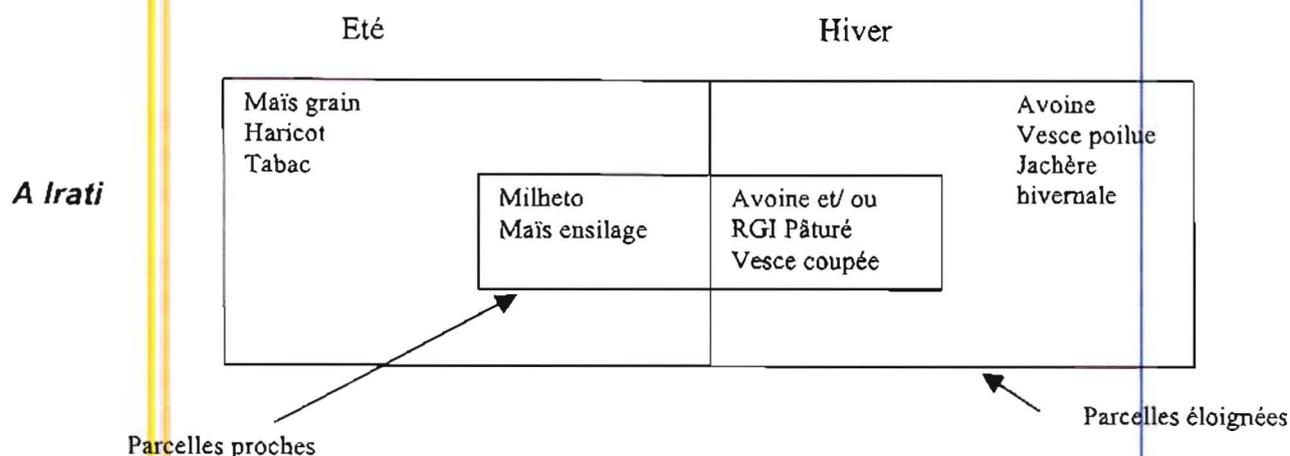
Les nouvelles espèces introduites **destinées aux animaux sont donc implantées à proximité de l'exploitation** pour faciliter le pâturage et diminuer les coûts en combustible pour le maïs ensilage notamment, qui exige plusieurs tracteurs pour la récolte et le conditionnement.

Ainsi les systèmes de culture qui étaient pratiqués sur ces parcelles seront délocalisés sur une aire « **attribuée aux cultures** » portant principalement des cultures de rente traditionnelles : maïs grain, le haricot, le tabac et le soja (pour ceux qui le cultivent).

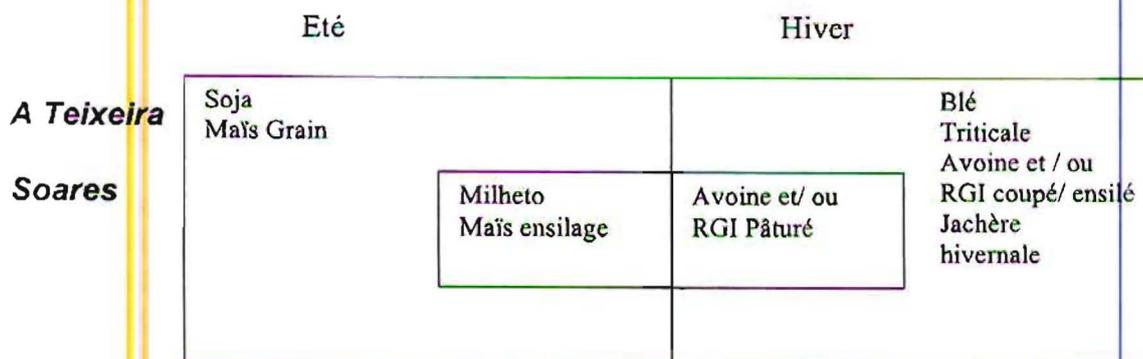
Avec l'intégration du lait, certains producteurs ont aussi été amenés à défricher de nouvelles parcelles en cas de surfaces limitées.

Sur les aires qui ne sont pas pâturées, les producteurs cultivent en SCV soit sur plante de couverture coupée, ensilée soit sur végétation spontanée, voire très rarement sur des plantes de couverture destinées à couvrir le sol.

Nous représentons ceci par les aires carrées emboîtées l'une dans l'autre ; remarquons qu'à l'interface de ces deux aires se trouve l'aire destinée aux plantes de couverture ensilées, qui est moyennement éloignée.



A Irati, on retrouve donc près de l'exploitation du *milheto* et du maïs ensilage en été et des pâturages d'avoine et de RGI en hiver ainsi que des banques de protéines (vesce coupée à la main : *Vicia sativa*). Sur les parcelles éloignées, on assiste à une rotation du maïs grain, haricot et tabac avec de l'avoine et de la vesce poilue (*Vicia villosa*) servant à la couverture du sol ou une jachère hivernale qui sera enfouie lors de la préparation des sols en mode conventionnel.



4. MODIFICATION DES PRATIQUES CULTURALES

a) Certains systèmes de culture ne sont pas affectés par l'intégration du lait

Depuis l'intégration de la production marchande de lait les mêmes espèces demeurent cultivées en semis conventionnel :

- En effet, le haricot est très peu cultivé en SCV ; les producteurs déclarent systématiquement qu'il souffre de la compaction du sol attribuée au système de culture à base de couverture végétale (non travail du sol, sauf sur la ligne de semis) et qui gênerait son alimentation hydrique.
- Pour la culture du tabac, Rachou avait déjà mentionné en 1997 des problèmes d'asphyxie racinaire qui conduisent les producteurs à le cultiver en conventionnel.

Les grandes parcelles éloignées demeurent cultivées en SCV sur végétation spontanée.

Il est important de noter que ces parcelles sont trop éloignées pour être pâturées. Elles sont louées et le producteur ne tient certainement pas à investir dans le redressement de la fertilité de parcelles qui ne lui appartiennent pas, d'autant plus que les rendements de ces parcelles sont équivalents aux autres systèmes de culture (selon les déclarations des producteurs).

Dans le centre sud du Paraná, des mesures de quantités de biomasse produites par les résidus de culture et la végétation spontanée d'hiver sur des sols de faible fertilité caractéristiques de cette zone ont montré des rendements de 5 à 6 tonnes /ha de matière sèche soit à peu près autant que celle produite par de l'avoine (travaux de Ribeiro et al (1993) cité par Darolt (1998))³². L'auteur indique que le **semis direct sur végétation spontanée est viable** mais qu'il faut être particulièrement vigilant sur la maîtrise de l'enherbement.

Nous avons remarqué un retour au semis conventionnel du maïs grain sur certaines parcelles

En effet, chez les producteurs du type I, le maïs grain qui était vraisemblablement cultivé en SCV sur les aires actuellement occupées par les pâturages est introduit dans le **SC.3** en rotation avec le haricot et le tabac et cultivé lui aussi en mode conventionnel.

Nous pensons que si ces producteurs peu capitalisés effectuaient avant l'intégration du lait un SCV du maïs sur couverture non « exploitée », ils ne voient plus aujourd'hui l'intérêt de semer des plantes de couverture uniquement pour effectuer le SCV et préfèrent investir dans les plantes de couverture pour affourager le troupeau.

S'ils manquent de moyens pour installer des plantes de couverture, pourquoi alors ne font-ils pas comme les autres groupes (et particulièrement les groupes III et IV) un semis direct sur végétation spontanée ?

Pour répondre à cette question nous faisons remarquer que ces producteurs familiaux peu capitalisés et qui ne maîtrisent pas toutes les connaissances afférentes à l'emploi des herbicides ne souhaitent probablement pas prendre le risque d'une mauvaise récolte dont le rendement aurait été affecté par des problèmes d'enherbement non maîtrisés. Ceci d'autant plus que le semis direct sur végétation spontanée ne correspond pas au message technique des vulgarisateurs qui préconisent le semis d'une plante de couverture.

³² NDLR : Les résidus de culture devaient certainement provenir du maïs pour atteindre une quantité de biomasse aussi élevée car les résidus de soja ou du haricot produisent 1 à 2 t de matière sèche par hectare.

En effet, nous avons rencontré des producteurs (une minorité) qui cultivent toutes leurs productions en SCV (y compris du haricot mais pas de tabac) semant des plantes de couverture qui ne sont pas « exploitées » mais qui servent seulement au SCV du maïs.

Ainsi, nous supposons que la pratique de **SCV sur végétation spontanée** a été acquise et diffusée chez les grands producteurs grâce à leur propre expérience.

b) L'ensilage de plantes de couverture

La biomasse possède dès l'intégration du troupeau laitier une nouvelle fonction qui s'ajoute à sa première fonction de plante de couverture qui est désormais celle de plante fourragère et il y a ainsi une **compétition pour l'allocation de la biomasse** entre ces deux objectifs qui lui sont assignés car les producteurs continuent le SCV.

Afin de diminuer l'impact des animaux sur cette compétition, nous avons vu que les producteurs capitalisés des groupes III et IV produisent de **l'ensilage d'avoine ou de RGI** afin précisément de favoriser la repousse de la biomasse après le pâturage. Les animaux sont retirés des pâturages plus tôt que dans les autres groupes et nourris en fin d'hiver avec ces fourrages conservés.

Ceci illustre bien le fait que **ces producteurs souhaitent d'une part continuer le SCV³³ et d'autre part qu'ils perçoivent l'importance de laisser une quantité de biomasse suffisante** pour garantir les bénéfices des SCV.

c) La conduite des pâturages annuels

Il est important de souligner que les producteurs n'ont en général pas l'habitude de « s'occuper » des pâturages après leur implantation (tradition d'exploitation extractiviste des pâturages selon le modèle des grands élevages bovins viande des « Gaucho » du sud du pays), et cette attitude est encore plus marquée chez les petits producteurs d'Irati.

Toutefois, à partir du moment où **les plantes de couverture sont destinées à l'alimentation animale d'un troupeau laitier donc plus exigeant du point de vue nutritionnel**, les producteurs vont progressivement adopter de nouvelles pratiques en introduisant notamment la fertilisation et les traitements herbicides à destination des surfaces fourragères.

Ces nouvelles pratiques sont nettement plus répandues à Teixeira Soares, ceci sans doute à cause de l'expérience acquise plus ancienne mais aussi grâce à des ressources financières plus importantes. Nous remarquons que la gestion des pâturages est d'autant plus raisonnée que la pratique est ancienne (fractionnement des apports azotés, échelonnement des dates de semis).

Epannage de fertilisants :

Les pratiques de fertilisation sur fourrages pâturés ou ensilés varient selon la taille des exploitations, des surfaces fourragères et des moyens financiers :

- Les exploitants qui font de l'ensilage, et possèdent d'importantes surfaces fourragères, limitent l'apport d'urée aux parcelles ensilées.
- Les exploitants ne faisant pas d'ensilage et qui disposent de **peu de surface** vont épandre de l'urée après chaque pâturage (sauf le dernier : repousse destinée au SCV). Ainsi, les producteurs vont appliquer de l'urée, en moyenne après chaque pâturage, un total de 60 à 200 kg/ ha.

³³ Ils déclarent avoir adopté les SCV pour lutter contre l'érosion mais aussi pour la meilleure flexibilité qu'offre le calendrier d'installation des cultures conduites en SCV grâce à une diminution des temps de travaux pour la phase de préparation des sols.

- Les exploitants qui disposent de peu de ressources soit, ne fertilisent pas ou très rarement avec du fumier frais.

Traitements herbicides :

Ils se basent sur l'emploi de 2, 4 D (dose moyenne de 1 litre/ha) destiné à éliminer les dicotylédones, particulièrement l'espèce *Nabissa* (*Raphanus raphanistrum*) qui a un pouvoir compétitif très important (cycle court, haute production de semences par pied, qui demeurent germinatives pendant plusieurs années) et doit être contrôlée rapidement. Alors qu'un producteur nous déclarait ne pas traiter contre cette espèce dans les pâturages afin de profiter de sa couverture comme paillage pour le SCV, tous les autres tiennent à l'éliminer car elle conduit à un gaspillage important de l'offre fourragère par « refus » des zones infestées.

- Les petits exploitants (Groupes I et II), n'appliquent généralement pas d'herbicide par manque de moyens
- Les exploitants des groupes III et IV limitent les applications (une seule) aux aires d'ensilage (afin de maintenir une bonne appétibilité au produit) et plus particulièrement de semences. Toutefois nous avons rencontré des producteurs traitant aussi les pâturages afin de limiter le taux d'infestation global sur leur exploitation.

L'intégration de pâturages a aussi amené les producteurs à modifier certaines de leurs rotations.

d) Modification des rotations

La culture du haricot en SCV sur paille de RGI, est une pratique plutôt rare, car elle pose de nombreux problèmes : en effet, le haricot doit être semé tôt entre le 20 septembre et le 20 janvier. A cette époque le RGI n'a pas terminé son cycle. Or les petites exploitations souhaitent pourtant le laisser produire ses graines afin de permettre son ressemis spontané l'année suivante et éviter ainsi des coûts en semences.

En effet, le producteur doit respecter un intervalle minimum de 15 jours entre la dessiccation et le semis car le RGI, incorrectement dégradé pourrait entrer en compétition avec les jeunes pousses. Ainsi, le producteur ne pourra pas profiter pleinement de la masse fourragère produite s'il effectue une dessiccation aussi tôt dans le cycle de développement du RGI.

Ainsi lors de l'intégration laitière, si le producteur introduit dans son assolement du RGI (pâturage de bonne qualité fourragère) il choisira de cultiver le haricot en succession de l'avoine car elle termine son cycle plus tôt. Or les parcelles d'avoine seule sont peu nombreuses, ce qui conduit également le producteur à diminuer sa sole de haricot.

e) Le milheto semé en mode conventionnel

Nous avons pu remarquer que le semis du milheto (réalisé au début de l'été) est quasi systématiquement effectué en **mode conventionnel**. Lorsque l'on demande pourquoi aux producteurs ils répondent tous avoir déjà essayé de le semer en SCV et avoir eu des problèmes de germination.

Selon Postiglioni (2001)³⁴, cette pratique est à mettre en relation avec les variétés utilisées. En effet pour germer, cette plante exige une température minimale du sol (déclenchant la sortie de dormance) et le fait de travailler le sol en l'aérant permet de favoriser les échanges thermiques et ainsi de le réchauffer. Les variétés utilisées sont de type « BN 1 » et « BN 2 », or la variété « comun » originaire de l'état le plus méridional du Brésil (le plus froid) tolère des températures plus basses et permettrait un semis sans travail du sol, en SCV.

³⁴ Professeur d'agrostologie à la chaire des sciences agronomiques de l'Université Fédérale de Ponta Grossa, Communication personnelle.



Photo 6 : « o scarificador » ou scarificateur est un outil de travail profond du sol. Il est utilisé pour décompacter jusqu'à 40 cm de profondeur mais ne retourne pas les horizons superficiels et n'incorpore pas la matière organique. Cet outil a principalement été diffusé par les vulgarisateurs du SCV au Paraná car il permettait de décompacter les sols argileux du Nord de l'Etat tout en laissant la biomasse au sol. Depuis peu, il a été adopté par les petits producteurs du Sud de l'Etat pour « décompacter » les sols après le pâturage.

5. INTRODUCTION DE LA PRATIQUE DE SCARIFICATION

Nous remarquons que les groupes I et IV décompactent leur sol régulièrement alors que les groupes II et III ne le font pas. Cela n'est pas dû à la nature des sols et leur sensibilité à la compaction car les sols des groupes I et II d'une part et III et IV d'autre part sont identiques.

Pour les producteurs du groupe I, chez qui l'intégration laitière est la plus récente, nous pensons que la décompactation pratiquée tous les hivers n'est pas nécessaire mais qu'ils craignent particulièrement le piétinement à cause de leur expérience récente de la gestion des pâturages.

Le groupe IV quant à lui décompacte soit en été soit en hiver car il applique les chargements d'exploitation cumulés les plus importants de tous les groupes.

On peut penser que ces producteurs qui sont peu diversifiés craignent pour la productivité des cultures même si elles sont destinées aux animaux et pour la productivité des pâturages car ceci pourrait avoir des répercussions sur la production du lait.

Les causes à l'origine de l'adoption de cette pratique de travail du sol dans notre zone d'étude demeurent assez floues. Toutefois, nous avons pu relever qu'il est apparu au Brésil à la fin des années 70 inclus dans la préparation minimale des sols comme une alternative au travail avec des instruments à disques³⁵ particulièrement favorables à la pulvérisation des agrégats du sol et renadant ainsi les sols plus sensibles aux phénomènes d'érosion importants que connaissent à cette époque les exploitations du nord de l'état, pratiquant une agriculture lourdement mécanisée en monoculture de soja (Derpsch, 1991).

Les producteurs enquêtés utilisent le scarificateur depuis 1 à 4 ans, soit une adoption récente, sans doute impulsée par le modèle technique de l'agriculture de pointe du nord de l'Etat dont la texture des sols est argileuse à 50 à 80%, constituée d'argile de type kaolinite et qui se sont avérés sensibles aux phénomènes de compaction.

Il est à noter que chez les producteurs en traction animale, le passage du scarificateur est réalisé par un prestataire de service qui vient avec son tracteur (le passage de cet outil requiert une force de traction telle qu'un cheval ne peut le faire).

L'adoption de cette pratique jugée inévitable chez les producteurs de lait est une motivation supplémentaire pour le passage à la traction mécanisée chez les petits producteurs d'Irati.

Notons que le scarificateur, qui a été introduit chez les grands producteurs de Teixeira Soares pour le décompactage périodique avant le semis des plantes de couverture, vient parfois se substituer à la charrue ou à la déchaumeuse pour l'installation des cultures d'été chez les producteurs d'Irati (à cause d'une meilleure productivité du travail) comme d'autres auteurs l'ont déjà signalé dans le Nord de l'Etat (Bousquet et Holveck, 1996, Daverat, 1996, Palmans et Houdt, 1998).

Dans ce dernier cas, il s'agirait alors de l'adoption d'un mode de travail du sol plus léger et donc d'un progrès en termes de travail du sol et non pas d'une régression vers le travail du sol en hiver comme c'est le cas à Teixeira Soares.

³⁵ Déchaumeuse et pulvérisateur.

Figure 21 : Résistance pénétrométrique en fonction des chargements cumulés d'exploitation (CEc) en UGB jours/ ha.

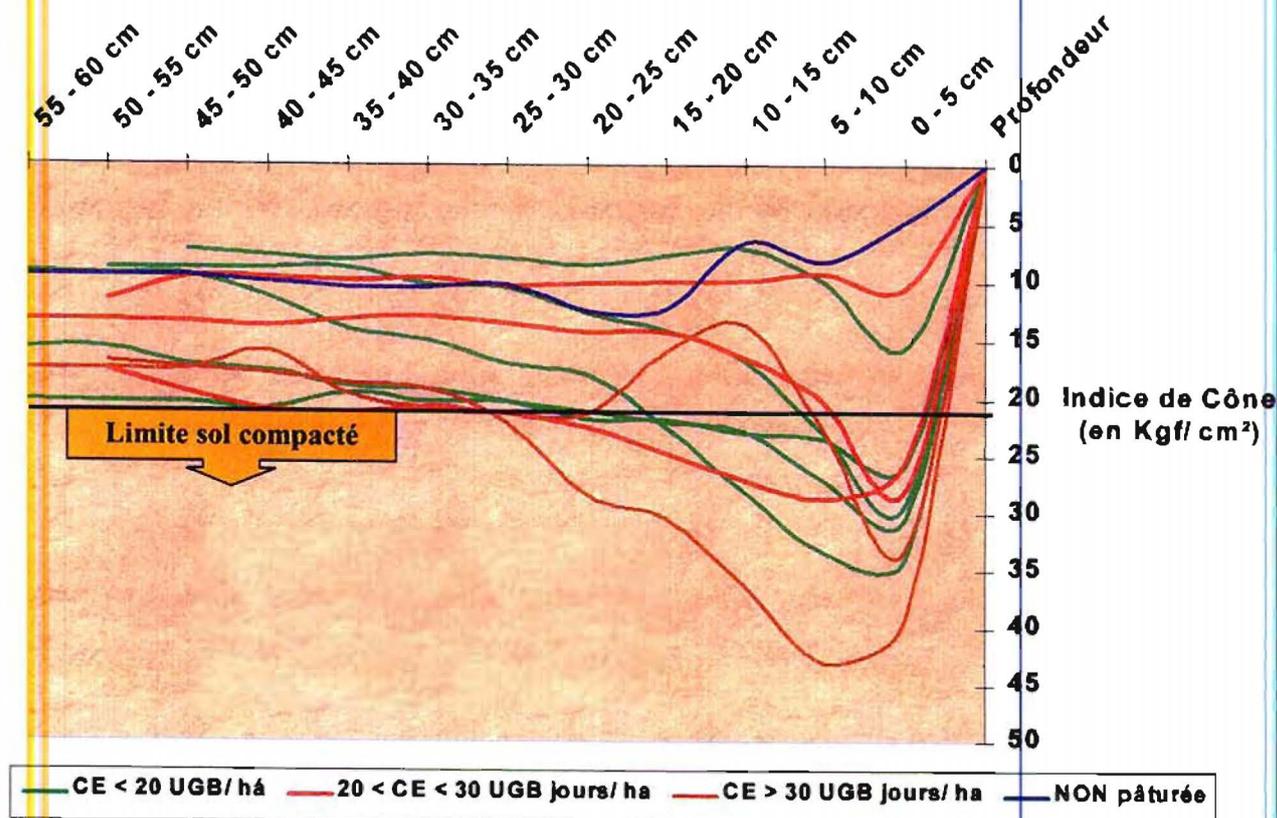
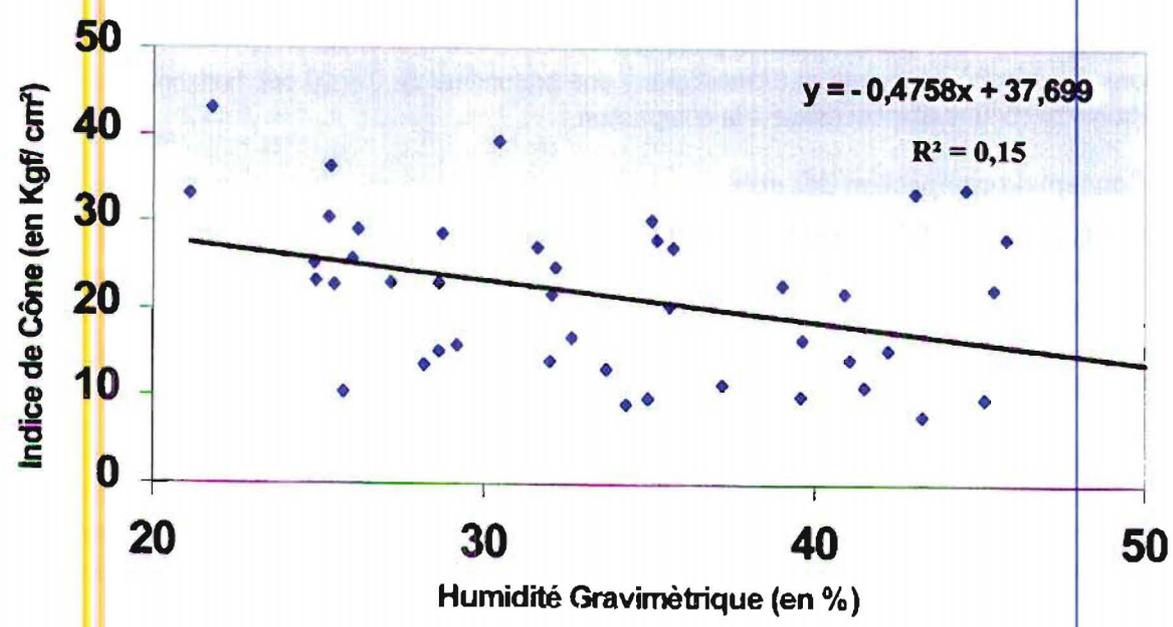


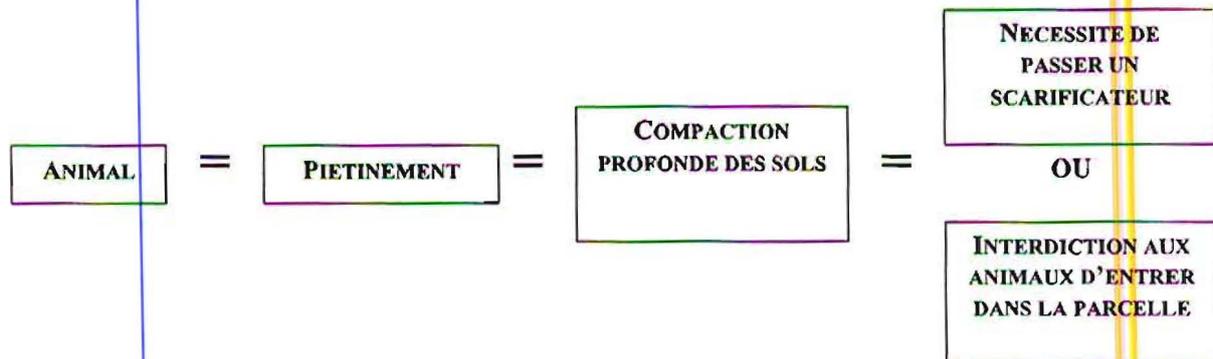
Figure 22 : Corrélation entre Indice de Cône et Humidité Gravimétrique.



6. LE PROBLEME DE LA COMPACTION DES SOLS

Après les premières enquêtes effectuées chez les producteurs, nous avons compris que le problème de la compaction des sols était un élément clé dans la conduite globale de chaque exploitation tant au niveau zootechnique (conduite du troupeau) qu'au niveau agronomique (travail du sol).

En effet, une perception collective de « compaction profonde des sols » s'est développée selon le schéma suivant :



Les stratégies de répartition de l'assolement en fonction de la conduite du troupeau amplifient cette conscience collective. L'aménagement de parcelles dites « tampons », le retrait des animaux des pâturages par temps de pluie, l'absence des animaux sur les parcelles vouées aux cultures de rente sont autant de mesures répondant à ce souci agro-pédologique.

Il s'agissait donc de **vérifier cette supposition par des mesures concrètes afin d'envisager si réellement le piétinement des animaux avait une telle incidence sur une compaction profonde des sols.**

Ces mesures ont été effectuées en 2 phases :

1. Mesures à l'aide d'un pénétromètre (indice de cône) jusqu'à 60 cm de profondeur afin d'évaluer globalement s'il y avait une compaction profonde.
2. Mesures de densité apparente et d'humidité sur une profondeur de 0 à 20 cm, horizon identifié au pénétromètre comme étant sensible à la compaction.

a) Concept de compaction des sols

La compaction du sol est définie comme « l'effet final résultant d'une augmentation de la densité du sol par une diminution de l'espace poreux » (Bekker, 1961 cité par Consalter, 1998). Watkin et Clements (1978) cités par Moares et Lustosa (1997) ont estimé à 0,01 hectare la superficie totale piétinée par un bovin par jour, en admettant que cet animal provoque de 8 000 à 10 000 impacts par jour et que chaque impact correspond à une superficie de 90 cm².

Selon Prevedelo (1996) cité par Consalter (1998), la compaction affecte tous les processus d'échange effectués dans le sol (aération, conductivité entre l'air et le sol, eau, chaleur, infiltration et redistribution) pouvant altérer le processus de transformation chimique et biologique, ainsi que provoquer des **empêchements mécaniques** dans l'émergence des plantules et dans le développement des racines.

Figure 23 : Corrélation entre Indice de Cône et Densité Apparente.

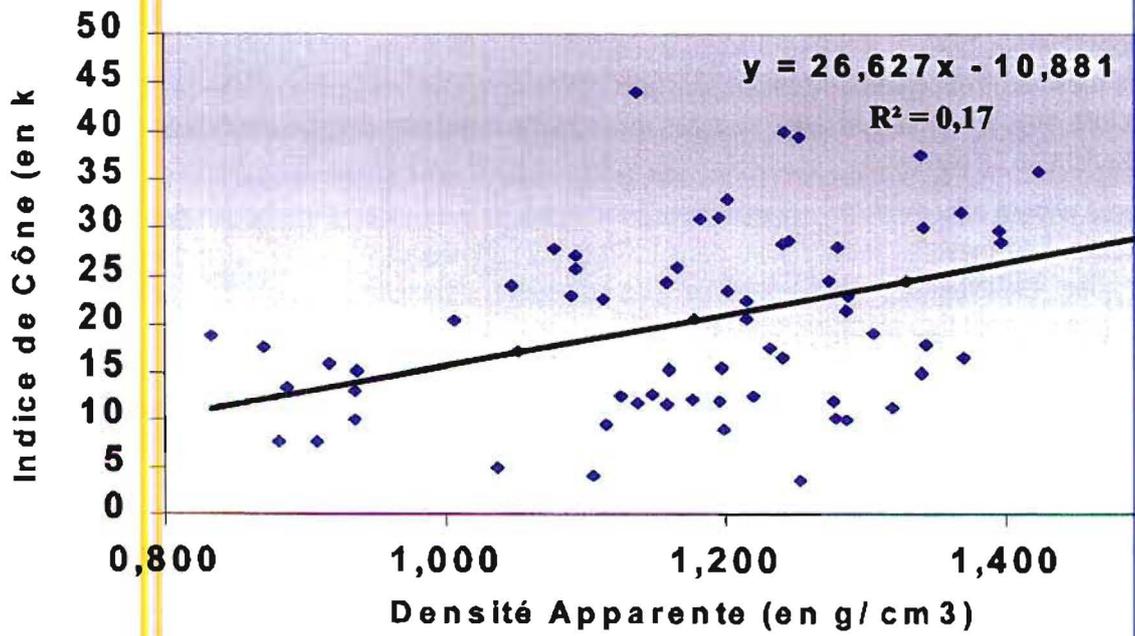
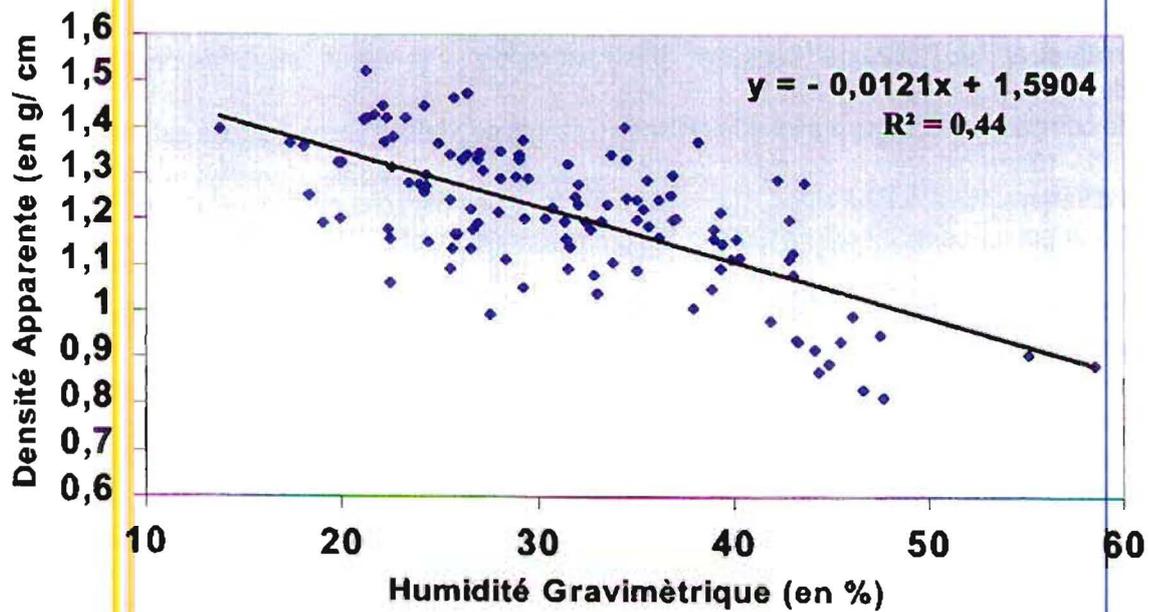


Figure 24 : Corrélation entre Densité Apparente et Humidité Gravimétrique



Les valeurs de l'indice de Cône sont bien moindres lorsque la couverture végétale est dense par rapport à celles relevées sur des zones de sol nu. Ici, le facteur humidité influe donc sur l'état de compaction du sol, la résistance à la pénétration s'élevant en fonction de l'augmentation des forces entre les particules pendant le processus de ressuyage du sol.

De même les mesures effectuées sur les parcelles non pâturées montrent qu'il existe une différence importante présentée à la **figure 21**. Par exemple pour le même exploitant, avec le même type de sol sur des parcelles voisines, la parcelle non pâturée ne présente aucune compaction pour l'horizon 5 - 10 cm, et au maximum une valeur de l'indice de cône de 12 Kg/ cm² contre 28 Kg/ cm² sur la parcelle pâturée.

c) Compaction : résultats densimétriques

Après avoir effectivement repéré les niveaux de compaction superficielle dus au piétinement des animaux, il était intéressant d'effectuer des mesures plus précises pour faire une évaluation dans l'horizon de 0 - 20 cm de profondeur. Des prélèvements de terre ont donc été effectués tous les 5 cm de profondeur à 2 endroits différents sur la parcelle. Ces prélèvements permettent de mesurer la densité apparente du sol ainsi que son humidité gravimétrique. Des mesures au pénétromètre ont aussi été réalisées en bordure de tranchée afin de voir si la densité était corrélée positivement à l'indice de cône.

Les **figures 23 et 24** représentent les corrélations effectuées par analyse en Régression Linéaire Simple entre la densité apparente et l'indice de cône puis avec l'humidité gravimétrique sur environ 100 prélèvements.

La faible corrélation R^2 (0,17) entre la densité apparente et l'indice de cône s'explique par une « plus grande sensibilité à la compaction du pénétromètre » (Cassel, 1982 cité par Consalter, 1998). En effet, les amplitudes enregistrées par le pénétromètre dans la tranchée sont plus grandes que celles des densités (respectivement de 3,5 à 44 Kg/ cm² contre 0,833 à 1, 521).

Aussi, la densité est fortement corrélée à l'humidité (**figure 24**) avec un R^2 de 0,44. Cette corrélation correspond bien à la diminution de la porosité lorsque la densité augmente.

La **figure 25** représente ces mesures de densité sur une profondeur de 0 à 20 cm mises en relation avec différents chargements d'exploitation (CEc). Il semble bien qu'il existe une relation assez forte entre la pression animale exercée et ces résultats de densité apparente. En effet, pour **des CEc supérieurs à 30 UGB jours/ ha** soit l'équivalent de 7 UGB pâturant 4 heures et demi par jour pendant 36 jours sur des parcelles de 1,2 hectares, on remarque que la densité dépasse largement la **limite de compaction fixée entre 1,25 et 1,30 g/ cm³** (limite du développement racinaire du soja relevée par Cintra et Mielniczuk sur Latosol rouge, 1983, cité par Consalter, 1998) pour atteindre une densité apparente de 1,470 g/ cm³ entre 5 et 10 cm de profondeur.

En dessous de ce chargement d'exploitation, la compaction est moindre et nulle pour des chargements inférieurs à 20 UGB jours/ ha.

Les effets des différents chargements sur la densité apparente des divers horizons sont représentés à la **figure 26**. On remarque effectivement qu'un **CE élevé va affecter préférentiellement l'horizon 5-10 cm**, puis qu'en diminuant à **moins de 30 UGB jours/ ha**, la compaction s'effectue sur l'horizon 0-5 cm pour avoir pratiquement aucun effet à des chargements inférieurs à 20 UGB jours/ ha.

Les grandes variations de densité pour les 3 premiers exemples à des chargements inférieurs à 15 UGB jours/ ha s'expliquent par la nature même des sols. En effet, les densités élevées des horizons 10-15 et 15-20 cm du second chargement correspondent à des sols très argileux à partir de cette profondeur avec un horizon superficiel plus sableux et moins compactant.

Les faibles densités enregistrées pour le troisième chargement correspondent en partie à des sols moins argileux mais surtout aux pratiques agricoles. En effet, ce producteur travaille en association avec l'IAPAR et pratique le SCV à 100%. Le sol étant toujours couvert, il reçoit de grandes quantités de **matière organique augmentant ainsi la porosité du sol sur ces profondeurs de 0 à 20 cm et diminuant ainsi la densité apparente**. L'impact des animaux est alors très réduit.

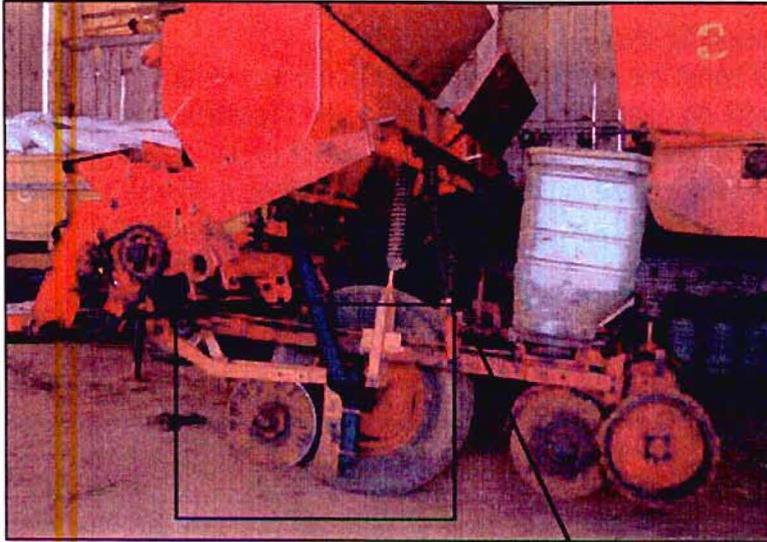


Photo 4 : adaptation d'une « botte » ou couteau sur semoir mécanique de semis direct

Photo 5 : Gros plan de l'adaptation à l'arrière du disque de coupe avec intégration à l'arrière de la buse de semis.



Photo 6 : essai du semoir après adaptation.
On remarque bien l'effet décompactant en superficie sur la ligne de semis

Conclusion : une compaction très superficielle

Tout d'abord, nous devons noter qu'il aurait été souhaitable pour plus de précision que des mesures soient effectuées avant le pâturage afin de quantifier l'effet du piétinement. Toutefois, les travaux de Consalter (1998) sur Latosol brun effectués avec des mesures régulières avant, pendant et après pâturage démontrent que **l'impact du piétinement est faible et que s'il existe, il affecte seulement les horizons superficiels du sol**. Consalter note que la charge animale de 4,2 UA³⁶/ ha est insuffisante pour causer une compaction.

Les résultats obtenus ici tendent à démontrer qu'il existe en effet une compaction mais une compaction superficielle. Cette compaction semble due à 3 facteurs principaux :

- La **pression animale** ou un **chargement d'exploitation cumulé élevé** (supérieur à 30 UGB jours/ ha)
- la **nature même des sols** (texture)
- les **pratiques agricoles** : un **faible recouvrement de la couverture végétale diminue d'une part le retour en matière organique et facilite d'autre part les phénomènes de ressuyage et de diminution de porosité**.

Ainsi, la pratique du travail du sol par passage de scarificateur n'est pas justifiée dans la plupart des cas rencontrés. Certains producteurs considèrent cependant qu'il est nécessaire de décompacter les parcelles après plusieurs années de SCV particulièrement dans le cas d'un sol très argileux en superficie. Cette pratique a été mise en avant par un producteur qui possède des sols argileux à environ 15 cm de profondeur et sableux en superficie. Il dit passer un scarificateur afin de former une structure en mottes et limiter les phénomènes d'érosion par flux latéral d'eau en surface.

Cet exemple mis à part, le **passage du scarificateur qui était justifié par une hypothétique compaction profonde causée par le piétinement des animaux ne l'est plus au vu des résultats obtenus**.

Toutefois, cette compaction superficielle observée dans certains cas doit être prise en considération. En effet, **au delà d'une densité de 1,25 g/ cm³ ou d'un indice de cône supérieur à 21 Kg/ cm² pour des horizons compris entre 0 et 15 cm de profondeur, on peut considérer que la compaction va gêner l'implantation des cultures** de soja effectué à 3 cm de profondeur et de maïs en particulier semé à 5cm de profondeur car ce dernier possède un système racinaire superficiel.

Aussi, l'objectif agronomique serait de « casser » cette couche compactée grâce à un outil adapté à cette profondeur.

L'IAPAR et en particulier Fatima Dos Santos De Ribeiro a beaucoup travaillé sur le machinisme en SCV.

L'adaptation simple d'une « botte » ou couteau d'environ 10 à 15 cm de hauteur placé entre le **disque de coupe à l'avant du semoir et la buse de distribution des semences** permettrait de décompacter cet horizon en une seule opération au semis.

Cette adaptation a d'ailleurs été réalisée par l'un des producteurs après notre passage pour effectuer les mesures de compaction. Il a adapté lui même cette « botte » sur son semoir sur les conseils du technicien du IAPAR et nous l'a montré lors de notre second passage chez lui. Ceci montre qu'une adaptation rapide peut être diffusée et adoptée par une simple démonstration sur la parcelle à l'aide de mesures effectuées au pénétromètre avec la participation du producteur lui même.

Des études au cas par cas permettraient ainsi de développer cette pratique quand elle est justifiée afin de ne pas compromettre la pérennité du SCV en intégration agriculture-élevage.

³⁶ 1 UA = 450 kg de poids vif.

Encadré 3 : Variables discriminant les modèles d'allocation de la biomasse
Analyse parcellaire

- **Surface de la parcelle**
4 classes Surface 1 < 2 ha
 Surface 2 entre 2 et 5 ha
 Surface 3 entre 5 et 10 ha
 Surface 4 > 10 ha
- **Foncier**
Propriété / Location
- **Distance par rapport à l'exploitation**
Près / éloignée
- **Nombre de cycle de culture en été**
- **Niveau de semis direct effectué pour chaque culture** (Cf modalités de semis direct)
- **Type de culture précédente et suivante**
- **Espèce de la plante de couverture ou fourragère utilisée**
- **Type de semis de la plante de couverture**
Précoce/ Normal/ Tardif
- **Type d'exploitation de la plante de couverture**
Pâturage rotatif / continu
Coupe manuelle / mécanique
Ensilage ou pâturage + ensilage
Plante de couverture
- **Durée du cycle de la plante de couverture**
Intervalle en nombre de jour entre la date du semis et la dessiccation ou travail du sol
4 classes Cycle 1 de 0 à 120 jours
 Cycle 2 de 120 à 160 jours
 Cycle 3 de 160 à 210 jours
 Cycle 4 > à 210 jours
- **Pourcentage d'exploitation de la plante de couverture par les animaux**
Nombre de jours de pâturage/ Nombre de jours du cycle de la plante de couverture
- **Charge animale instantanée**
Nombre d'UGB par ha de chaque parc pâturé (pâturage rotatif au fil électrique)
Caractérise la charge animale à l'instant t = effet du piétinement
- **Charge animale d'exploitation**
Nombre d'UGB x nombre d'heures effectives de pâturage ramenées en jour / ha
- **Temps de retrait des animaux**
Intervalle de temps entre le retrait des animaux après pâturage et la dessiccation de la couverture ou le travail du sol pour le semis de la culture suivante.
- **Travail du sol de la culture suivante**
- **Repousse biomasse** (projet / stratégie de l'exploitant)
- **Biomasse restante** (résultat de la quantité de biomasse restante après exploitation)

II. Les impacts sur l'allocation de la biomasse

L'étude de l'allocation de la biomasse a été réalisée en considérant la **période d'implantation de la plante de couverture**, c'est à dire à partir de la date de semis jusqu'à l'implantation de la culture suivante. Elle tient compte des précédents culturaux afin de comprendre son insertion dans la rotation et d'un ensemble de variables caractérisant les pratiques et les éléments structuraux de chaque parcelle. Cette analyse a porté sur environ 100 parcelles décrites en détail. L'ensemble des variables retenues se trouvent à l'**encadré 3**.

1. ELABORATION DES MODELES D'ALLOCATION DE LA BIOMASSE

L'élaboration de ces modèles se rapportant à l'échelle du système de culture en articulation avec le système d'élevage (étude du système fourrager focalisé sur le pâturage hivernal) a été réalisée en nous plaçant au niveau du système de production pour la prise en compte des 2 objectifs majeurs que les producteurs lui assignent :

- Le premier objectif est d'ordre zootechnique. Il s'agit pour le producteur de produire du fourrage pour permettre une bonne production de lait à la période durant laquelle le prix du lait est le plus important de l'année.
- Le second objectif est d'ordre agronomique : le producteur souhaite conserver une quantité de biomasse satisfaisante après le pâturage des animaux (en prenant en compte le temps de repousse) afin de pouvoir réaliser le SCV.

Pour atteindre la réalisation de ces 2 objectifs qui semblent antagonistes, le producteur va tenter de réaliser un compromis ou négocier chaque élément à l'avantage des 2 objectifs en fonction des contraintes d'ordre technique et de sa dotation en moyens de production.

La **figure 27** représente l'ensemble des conditionnalités qui permettent l'élaboration de ces modèles d'allocation de la biomasse.

a) Des compromis soumis à des moyens structuraux :

Ainsi, pour atteindre l'objectif zootechnique, chaque producteur choisit un **mode d'exploitation** de la biomasse parmi : le pâturage, la coupe de fourrage et l'ensilage pour permettre l'alimentation de son troupeau sachant qu'il veille aussi à atteindre son objectif agronomique.

Ces modes d'exploitation de la biomasse dépendent des **moyens structuraux** dont dispose chaque producteur et notamment des équipements nécessaires à la coupe et à l'ensilage.

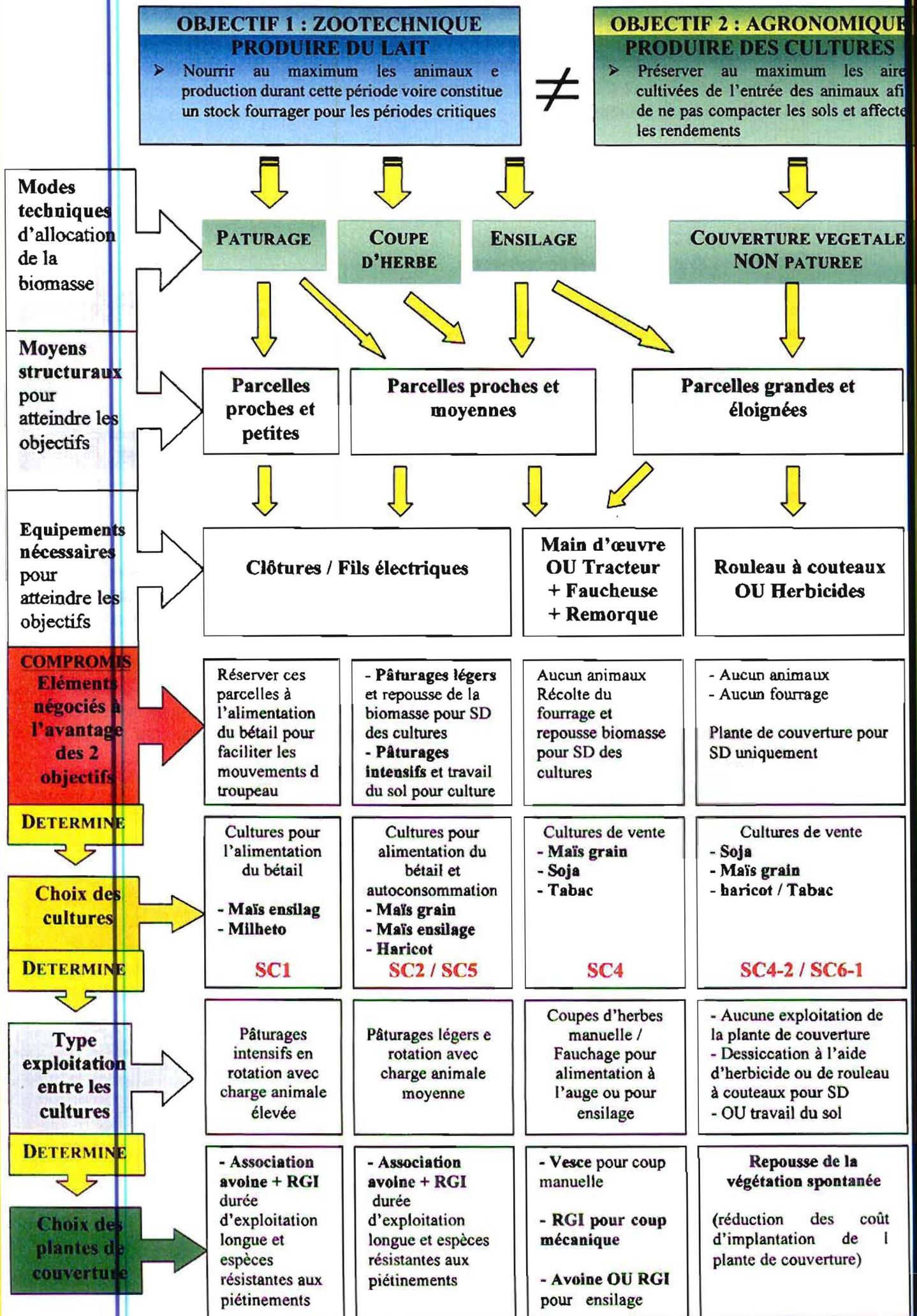
Ces contraintes structurelles vont ainsi orienter la **stratégie globale de production** de l'exploitation, au sein de laquelle un même producteur adopte souvent plusieurs modes d'exploitation de la biomasse qui dépendent de la **fonction** qu'il attribue à chaque parcelle.

Généralement, comme nous l'avons déjà souligné, les producteurs vont en quelque sorte « sacrifier » les parcelles proches de l'exploitation pour y réaliser des pâturages. La contrainte de la traite et des mouvements quotidiens du troupeau assigne une fonction prioritaire à ces parcelles.

Ensuite, afin de pénaliser au minimum les cultures, on choisira de réaliser des pâturages légers (faible charge à l'hectare ou durée d'exploitation courte en évitant la sortie du troupeau par temps de pluie) ou d'effectuer des coupes journalières si l'on dispose de main d'œuvre suffisante ou de faucheuse ou de réaliser un ensilage si l'on dispose à la fois de surface suffisante pour alimenter le troupeau à cette période et du matériel.

Ces éléments de compromis sont donc très fortement liés à la structure même de l'exploitation, de sa disponibilité en terre et en équipements.

Figure 27 : Elaboration des modèles d'allocation de la biomasse



Ainsi, les modes d'allocation de la biomasse seront directement liés à la structure de chaque exploitation, d'où l'intérêt d'une typologie structurelle des exploitations pour comprendre ces modes d'allocation de la biomasse.

b) Des compromis qui déterminent des choix techniques

Ces choix techniques sont de 3 ordres :

- Choix des cultures dans l'assolement
- Choix des types d'exploitation de la biomasse
- Choix de l'espèce fourragère et de couverture

La figure 27 donne cette répartition selon la fonction attribuée à chaque parcelle.

La **fonction parcellaire est un compromis négocié à l'avantage des deux objectifs déterminant le choix des cultures qui détermine le type d'exploitation des plantes de couverture qui influe lui même sur le choix des plantes de couverture.**

Ces compromis étant liés aux contraintes techniques de conduite du troupeau et structurelle du parcellaire, nous allons avoir une **répartition spatiale des modes d'allocation de la biomasse.**

• **Petites parcelles proches de l'exploitation**

- On retrouve prioritairement sur ces parcelles les *cultures d'alimentation du bétail.*

De cette manière, le producteur « sacrifie » ces parcelles entièrement aux animaux. Les pâturages réalisés sont intensifs par le nombre d'animaux qu'ils supportent (charge instantanée très élevée entre 20 et 40 UGB/ ha) avec une rotation gérée au fil électrique sur de très faibles superficies et par la durée d'exploitation.

Afin de supporter ces charges animales et une exploitation intensive, les producteurs choisissent d'implanter préférentiellement de l'avoine en semis précoce associée à du RGI lui aussi semé. La durée d'exploitation est toutefois assez courte en relation à la durée entre le temps d'installation de l'avoine et la fin du pâturage pour préparer le semis du *milheto* en septembre. Cela donne des charges d'exploitation élevées de l'ordre de 30 à 50 UGB jours / ha.

• **Parcelles moyennes proches de l'exploitation**

Ces parcelles portent des *cultures destinées aux animaux et à la vente.*

Toutefois afin d'affecter le moins possible ces cultures, le producteur choisit de réaliser des pâturages plus « légers ». En effet, les charges instantanées sont moins élevées que sur les petites parcelles (entre 5 et 20 UGB/ ha) tout comme les charges d'exploitation comprises entre 10 et 20 UGB jours / ha. Les espèces choisies sont aussi l'avoine en association au RGI semé ou en repousse spontanée, et la durée de couverture de ces 2 espèces est beaucoup plus étendue, (210 jours) jusqu'à la préparation des semis de maïs grain ou de soja plus tardif que le *milheto* (fin octobre-début novembre). Cette durée permet une exploitation animale plus souple dans le temps et dans l'espace avec des parcelles et des parcs électrifiés plus grands.

- **Grandes parcelles éloignées**

Il n'y a plus d'intégration proprement dite de l'élevage sur ces parcelles. Le producteur choisit *prioritairement d'y effectuer ses cultures de rente* comme le maïs grain et surtout le soja.

Certains producteurs évitent lorsque la taille de leur exploitation le permet d'effectuer un pâturage.

Les petites exploitations ayant plus de main d'œuvre et peu d'équipement choisiront la coupe manuelle.

Afin de valoriser ce travail, ils choisissent en particulier la vesce qui permet un apport protéique intéressant et qui ne supporte pas le piétinement au pâturage.

Les exploitations davantage mécanisées choisiront plutôt d'effectuer des coupes journalières sur du RGI après un seul pâturage en début du cycle pour réaliser un déprimage et faire taller plus le RGI.

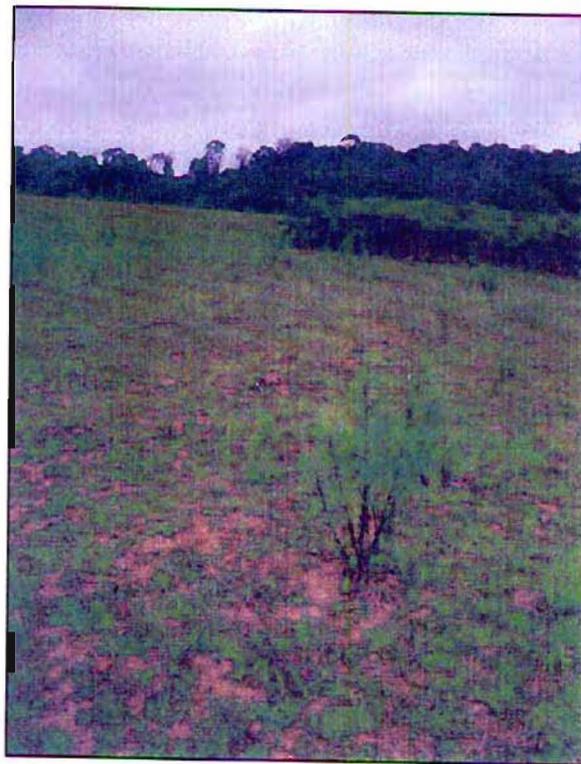
D'autres choisiront plutôt de réaliser un ensilage permettant d'une part d'éviter l'entrée des animaux et d'autre part d'effectuer un stock fourrager important pour l'été. Ces exploitants possèdent en général leur propre équipement ou se le partagent en association. L'ensilage est réalisé un peu avant la floraison début août pour l'avoine et fin août pour le RGI. Ces espèces ayant des cycles décalés, elles ne sont jamais associées pour l'ensilage. Cette pratique permet en outre une repousse après ensilage qui facilite le SCV.

Enfin sur les parcelles les plus éloignées et afin de diminuer les coûts de gasoil et d'implantation de la plante de couverture, les producteurs préfèrent laisser pousser la végétation spontanée à cette période puis la dessécher avant d'effectuer le semis en SCV. Seuls quelques producteurs implantent du blé ou du triticale afin d'améliorer la ration des animaux.



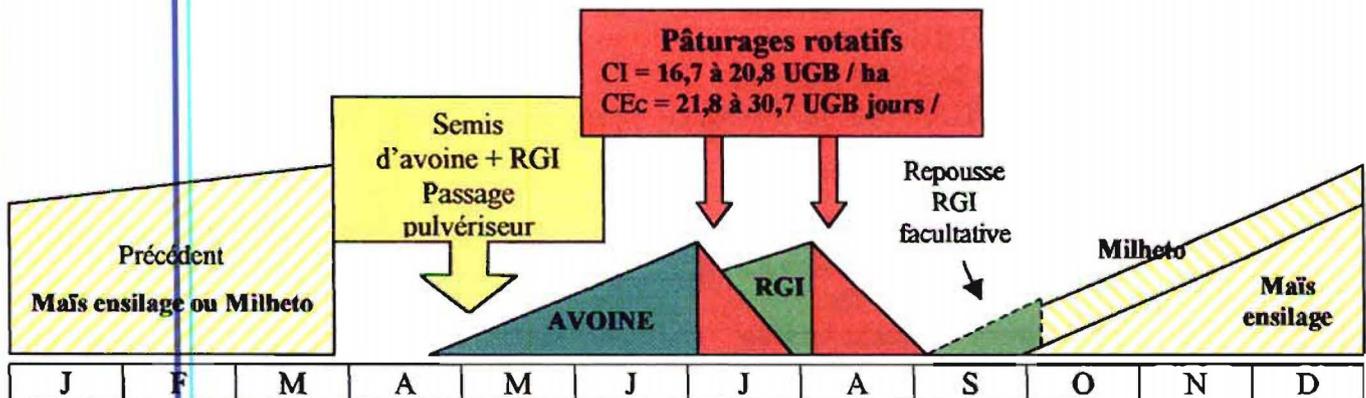
Photo 10 : Type de pâturage avec modèle d'allocation de la biomasse M1. On remarque le pourcentage élevé de sol nu et la faible quantité de biomasse qui reste avant le semis des cultures d'été.

Photo 11 : Mesure de quantité de biomasse avant le semis. Ceci correspond à une prairie surpâturée ou l'on rencontre le modèle d'allocation M1. Quantité de MS estimé à 0,6 tonnes/ha.



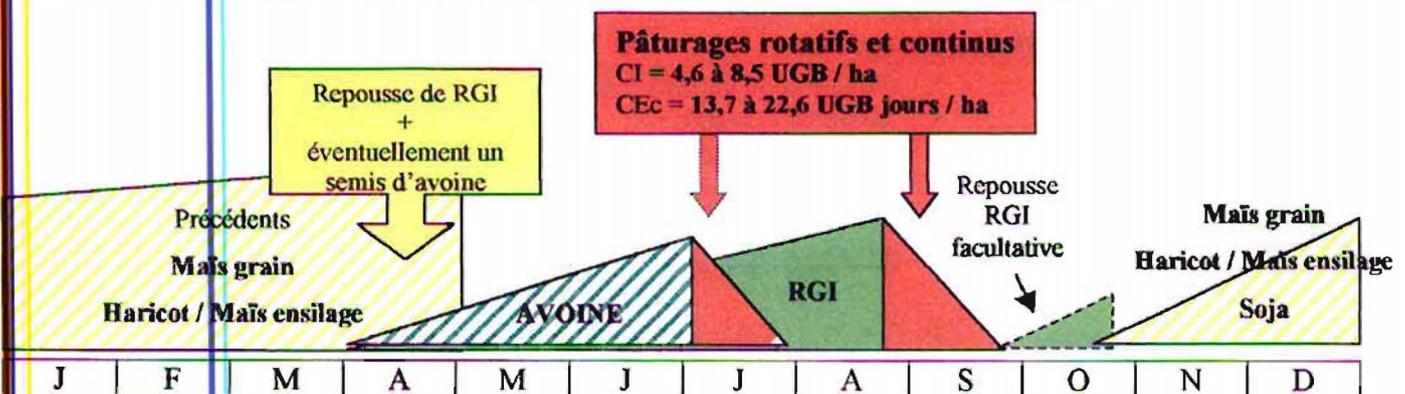
2. DECLINAISON DES MODELES D'ALLOCATION DE LA BIOMASSE

MODELE 1 : PETITES PARCELLES / TOUT PRODUCTEUR / SC.1



- L'avoine et le RGI sont semés vers le mois d'avril-mai, soit après Brachiaria ou parfois dans le maïs encore en place pour les producteurs en traction animale. Les semis sont étalés sur chaque parcelle afin de permettre une offre fourragère continue. La durée de cycle de la couverture est d'environ 120 jours.
- Les pâturages sont en rotation sur plusieurs parcelles permettant un temps de retour d'environ 20 jours sur la même parcelle. Les durées de pâturage varie de 3 à 15 jours suivant la taille des parcs.
- La repousse de RGI est facultative. Elle dépend de la pression au pâturage et de la culture suivante. Dans le cas où cette culture est le milheto, les parcelles sont « rasées » car le producteur passera un scarificateur avant le semis.

MODELE 2 : PARCELLES MOYENNES / TOUT PRODUCTEUR / SC.2 SC.5



- Le RGI est semé une fois tous les 3 ans, sinon il repousse spontanément à partir du mois de mai. Sa repousse dépend des pratiques effectuées l'année précédente, à savoir si le producteur a laissé le RGI monter à graine avant la dessiccation ou le travail du sol. Certains producteurs peuvent semer de l'avoine en association. Le semis des cultures suivantes étant plus tardif, la durée du cycle de couverture est rallongé et atteint de 160 à 210 jours.
- Les pâturages sont en rotation avec les parcelles du modèle 1 mais avec des charges animales beaucoup moins importantes. On observe des temps de retour identiques pour chaque parcelle, mais leur division en parcs est moins importante que dans le modèle 1. Ceci permet en effet de diminuer la charge animale instantanée afin de diminuer les effets néfastes du piétinement.
- Les repousses de RGI sont facultatives, mais elles sont plus fréquentes que dans le modèle 1. Cette repousse dépendra de l'offre alimentaire complémentaire et de la surface de pâturage afin de

Tableau 13: Modèles d'allocation de la biomasse et types d'exploitations

Types d'exploitations	MODELE D'ALLOCATION DE LA BIOMASSE M1 « Petites parcelles proches »	MODELE D'ALLOCATION DE LA BIOMASSE M2 « Parcelles moyennes proches »
Groupe I	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de la parcelle = 1,1 ha • 3 parcs / parcelle • Surface des parcs = 0,5 ha • Nombre d'UGB = 6,3 UGB • CI* = 12,6 UGB / ha • CE** = 24,3 UBG jours / ha ➤ Soit 6,3 UGB pour 107 heures de pâturage <li style="text-align: center;">ou ➤ 30 jours de pâturage / ha 	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de la parcelle = 1,2 ha • 1 seul parc / parcelle • Surface des parcs = 1,2 ha • Nombre d'UGB = 6 UGB • CI = 5 UGB / ha • CE = 13,7 UBG jours / ha ➤ Soit 6 UGB pour 68 heures de pâturage <li style="text-align: center;">ou ➤ 16 jours de pâturage / ha
Groupe II	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de la parcelle = 2,2 ha • 2,7 parcs / parcelle • Surface des parcs = 0,8 ha • Nombre d'UGB = 13,9 UGB • CI = 17,4 UGB / ha • CE = 30,7 UBG jours / ha ➤ Soit 13,9 UGB pour 107 heures de pâturage <li style="text-align: center;">ou ➤ 13 jours de pâturage / ha 	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de la parcelle = 3,2 ha • 2 parcs / parcelle • Surface des parcs = 2,1 ha • Nombre d'UGB = 13,7 UGB • CI = 3,2 UGB / ha • CE = 22,6 UBG jours / ha ➤ Soit 13,7 UGB pour 110 heures de pâturage <li style="text-align: center;">ou ➤ 13 jours de pâturage / ha
Groupe III	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de la parcelle = 4,9 ha • 5,6 parcs / parcelle • Surface des parcs = 1 ha • Nombre d'UGB = 18,2 UGB • CI = 18,2 UGB / ha • CE = 21,8 UBG jours / ha ➤ Soit 18,2 UGB pour 130 heures de pâturage <li style="text-align: center;">ou ➤ 9 jours de pâturage / ha 	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de la parcelle = 5,3 ha • 1,6 parcs / parcelle • Surface des parcs = 4 ha • Nombre d'UGB = 16,2 UGB • CI = 4 UGB / ha • CE = 21,6 UBG jours / ha ➤ Soit 16,2 UGB pour 130 heures de pâturage <li style="text-align: center;">ou ➤ 10 jours de pâturage / ha
Groupe IV	<ul style="list-style-type: none"> • Surface de la parcelle = 4,3 ha • 1,6 parcs / parcelle • Surface des parcs = 2,8 ha • Nombre d'UGB = 21,4 UGB • CI = 7,6 UGB / ha • CE = 20,9 UBG jours / ha ➤ Soit 21,4 UGB pour 94 heures de pâturage <li style="text-align: center;">ou ➤ 6 jours de pâturage / ha 	

NB : Les surfaces et le nombre d'UGB sont des nombres moyens par groupe.

*CI = Charge Instantanée = Nombre d'UGB par hectare de surface des parcs par jour.

**CE = Chargements cumulés d'Exploitation = Nombre d'UGB x nombres d'heures effectives de pâturage par jour x nombre de jours de pâturage (ramenées en jours effectifs d'exploitation) par hectare de surface de parcelle.

Les modèles d'allocation de la biomasse M1 et M2 sont directement liés à l'exploitation de la plante de couverture par pâturage. Le **tableau 13** montre les différents types de pâturage que l'on peut observer selon les types de producteurs. En effet, la notion de petite et moyenne parcelle est différente selon chaque catégorie d'exploitation en fonction de leur surface totale respective. Ainsi, cette notion de taille est attribuée à la taille des **unités de pâturage ou parcs**. Ces parcs sont aménagés pour fonctionner en rotation à l'aide de fils électriques qui sont déplacés tous les 3 à 10 jours selon la taille de chaque parc.

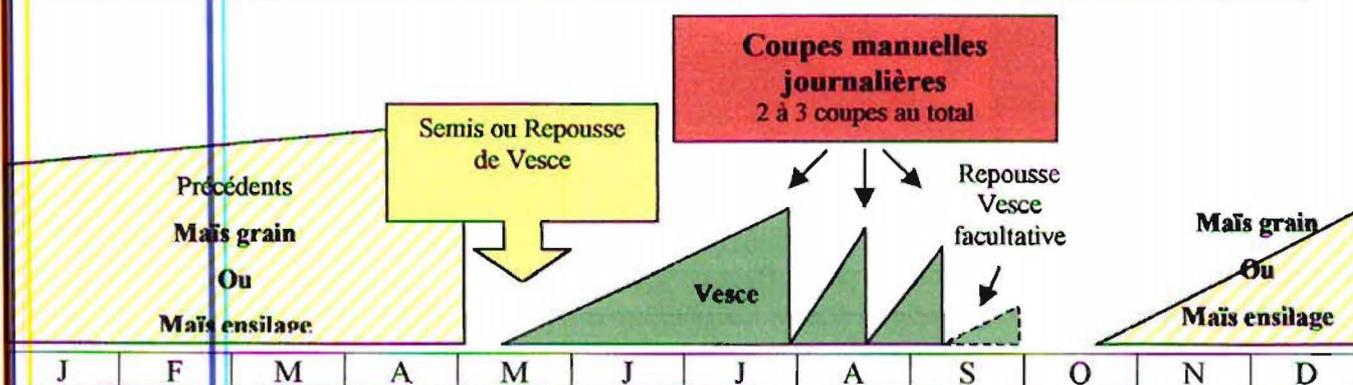
Ainsi, la surface moyenne des **petites parcelles** varie selon chaque groupe mais celles-ci respectent le même modèle d'allocation de la biomasse **M1**: *le type de pâturage est intensif sur des parcs de petites taille avec des charges animales instantanées importantes*. Cela correspond au « sacrifice » de ces parcelles aux animaux.

Les **parcelles de surface moyenne** correspondent à une gestion des pâturages différente : c'est le modèle d'allocation de la biomasse **M2**: *la taille des parcs est plus importante de façon à alléger la charge animale instantanée pour réduire l'effet du piétinement tout en gardant pratiquement les mêmes chargements cumulés d'exploitation ou nombre d'heures de pâturage par hectare*. Ce modèle d'allocation permet ainsi une **double fonction parcellaire de pâturage et de culture de rente avec une réelle intégration de l'agriculture et de l'élevage**.

Ces modèles d'allocation de la biomasse traduisent bien la notion de **spatialisation des fonctions parcellaires** (en rapport avec la localisation géographique de chacune), fonctions qui émanent de la stratégie globale de l'exploitation.

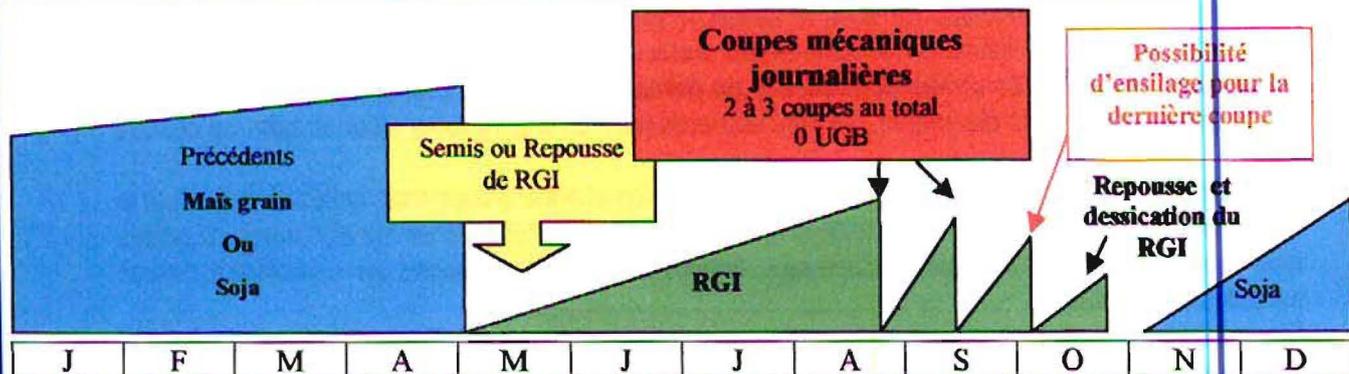
La mise en place de ces modèles est encore une fois directement reliée à cette perception de compaction des sols par les animaux. Les pressions animales au pâturage sont ajustées en fonction du mode de régulation global de l'alimentation au cours de l'année selon chaque type (ensilage de maïs et de graminées ou prairies pérennes et parcelles « tampons »).

MODELE 3.1 : « GRANDES PARCELLES » / PRODUCTEURS NON MECANISES / SC.4.1



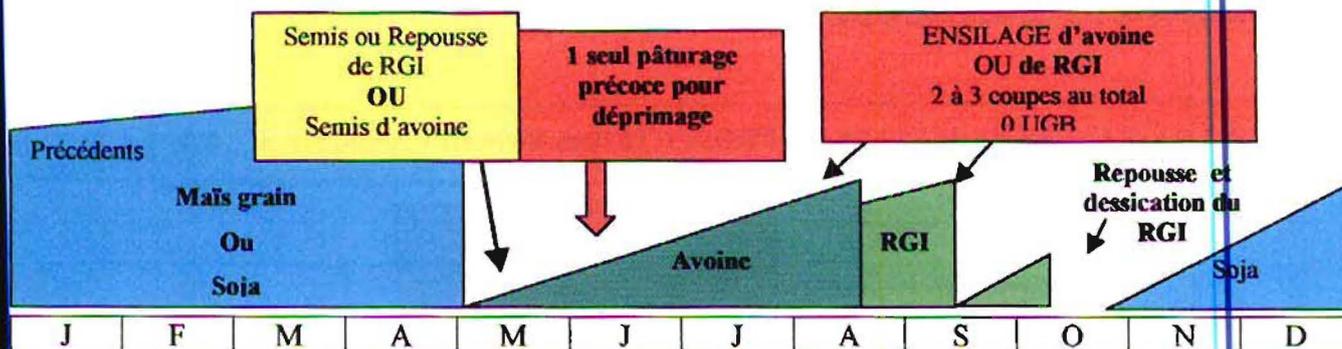
- La vesce est généralement cultivée par les petits producteurs non mécanisés et dotés d'une main d'œuvre importante pour effectuer les coupes manuelles journalières. La **variété commune** (*Vicia sativa* L.) **ne supporte pas le piétinement des animaux** et se trouve mieux appréciée que la variété dite « poilue » (*Vicia villosa* L.).
- La **durée du cycle est d'environ 130-140 jours**, on peut effectuer de **2 à 3 coupes** à partir de la fin du mois de juillet. Ce fourrage est distribué à l'auge pour apport protéique.
- Cette légumineuse est souvent **associée au maïs grain** comme engrais vert.

MODELE 3.2 : GRANDES PARCELLES / PRODUCTEURS MECANISES / SC.4.3



- Le RGI est coupé à l'aide d'une faucheuse à partir de la fin du mois d'août et transporté chaque jour pour être distribué à l'auge. La dernière coupe peut servir à faire de l'ensilage si le producteur dispose d'une quantité suffisante de fourrage à cette période.
- Le semis tardif du soja vers la fin du mois d'octobre, début du mois de novembre permet de laisser repousser le RGI durant une quinzaine de jour avant d'effectuer la dessiccation pour le SCV. La durée du cycle de la couverture est alors d'environ 200 jours.

MODELE 3.3 : GRANDES PARCELLES / PRODUCTEURS MECANISES / SC.4.4

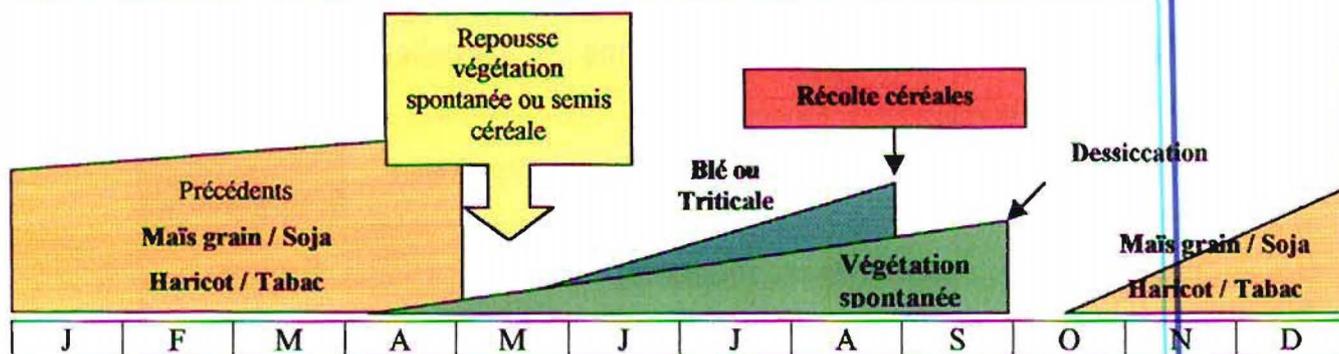


- L'ensilage réalisé à partir d'avoine semée OU de RGI semé ou spontané. Il est effectué avant la période de floraison, soit au début du mois d'août pour l'avoine et début septembre pour le RGI. L'ensilage permet de laisser repousser pour effectuer ensuite le SCV du soja ou du maïs grain.
- Un seul pâturage est effectué lorsque la plante a atteint environ 40 cm de hauteur afin de réaliser un déprimage de façon à faire taller d'avantage la graminée pour augmenter le rendement en ensilage.
- La durée du cycle est d'environ 170 jours pour récolter la graminée à la meilleure période.
- Il est à noter que ce modèle s'applique de la même façon pour la production de semences d'avoine ou de RGI avec une durée du cycle un peu plus longue pour l'obtention des graines.

Tableau 14 : répartition des modèles d'allocation de la biomasse selon chaque groupe de producteur.

Types d'exploitation	Petites parcelles proches	Parcelles moyenne proches	Grandes parcelles	Grandes parcelles éloignées
Groupe I	Modèle M1	Modèle M2	Modèle M3.1	
Groupe II	Modèle M1	Modèle M2		Modèle M4
Groupe III	Modèle M1	Modèle M2	Modèle M3.2 ou Modèle M3.3	Modèle M4
Groupe IV		Modèle M2	Modèle M3.3	(Modèle M4)

MODELE 4 : GRANDES PARCELLES ELOIGNEES / TOUT PRODUCTEUR / SC.6



- Les grandes parcelles destinées aux cultures de vente sont généralement laissées en jachère hivernale. La végétation spontanée sera desséchée une quinzaine de jour avant le SCV du maïs grain ou du soja et enfouie avant les cultures de haricot et de tabac.
- La végétation spontanée couvre le sol pendant environ 210 jours.
- Quelques producteurs sèment des céréales en couverture sur ce type de parcelle afin de bénéficier de farine en complément de la ration des vaches laitières. La durée de couverture est alors plus courte, d'environ 180 jours.

Ces modèles d'allocation de la biomasse se répartissent donc selon l'attribution de fonctions parcellaires, fonctions déterminées par la taille et la proximité de la parcelle par rapport à l'exploitation et par le niveau d'équipement dont dispose chaque producteur.

Ces différents modèles peuvent être distribués par type de producteur comme le montre le tableau 14. Globalement, on retrouve effectivement des modèles d'allocation variant selon la taille de la parcelle et les moyens de production disponibles mais aussi selon la stratégie globale de l'exploitation et l'importance relative accordée à l'agriculture ou à l'élevage.

Dans un souci d'extension de ce diagnostic, notons que l'intérêt de cette modélisation est de mieux cibler quels vont être les types d'allocation de la biomasse que l'on pourra rencontrer en réalisant une typologie d'exploitation établie sur la base de critères structuraux facilement collectables. Elle doit permettre dans un second temps d'évaluer les niveaux d'intégration A-E que l'on rencontre pour chaque type d'exploitation et à l'intérieur même de leur système de production.

Aussi, cette modélisation doit nous permettre d'évaluer l'impact de cette intégration à travers la compétition dans l'allocation de la biomasse entre les animaux et la couverture du sol pour le SCV. Des mesures de biomasse ont donc été réalisées dans chaque exploitation, en particulier sur les parcelles pâturées afin d'évaluer l'impact des différents modes de gestion de pâturage (ou modèles d'allocation de la biomasse M1 et M2) sur la quantité de biomasse résiduelle avant le semis de la culture suivante.

Figure 28 : Quantité de biomasse restante en fonction des chargements animaux cumulés et des modèles d'allocation de la biomasse M1 et M2.

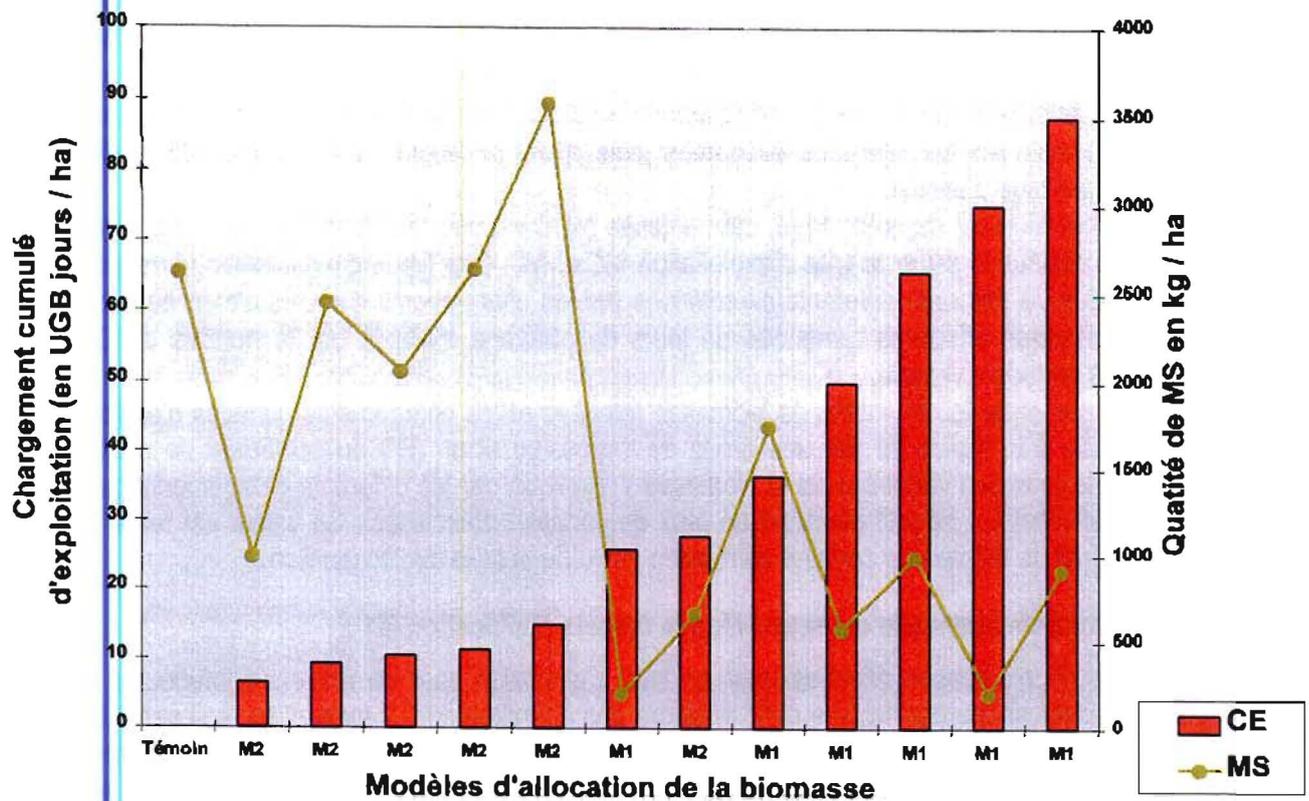
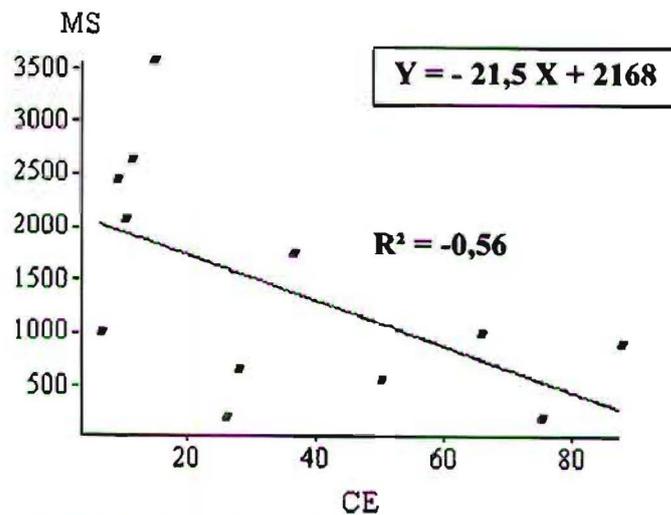


Figure 29 : Quantité de biomasse restante soumise à différents chargements cumulés



MS : Quantité de matière sèche en kg/ ha

CEe : Chargement d'Exploitation cumulé en UGB jour / ha

3. MODELES D'ALLOCATION DE LA BIOMASSE ET QUANTITE DE BIOMASSE

Des relevés de biomasse ont été effectués dans chaque exploitation enquêtée. Les résultats obtenus sont présentés à la **figure 28**. Ils expriment les quantités de biomasse récoltées juste avant la dessiccation précédant le semis de la culture suivante, en fonction des chargements cumulés d'exploitation animale et des modèles d'allocation M1 et M2 correspondant aux parcelles pâturées.

Le témoin consiste en des mesures effectuées juste avant la fauche, sur une parcelle destinée à produire de l'ensilage d'avoine.

Même si l'échantillon est de petite taille, ces résultats montrent une différenciation nette des quantités de biomasse résiduelle selon le type d'exploitation M1 et M2. Ces types d'exploitation correspondent bien à 2 modes de pâturage différents caractérisés par les chargements cumulés d'exploitations (CE) ou nombre d'heures effectives ramenées en jours de pâturage multiplié par le nombre d'UGB par hectare sur la période hivernale.

Cette corrélation entre les quantités de biomasse relevées et les chargements cumulés d'exploitation est représentée à la **figure 29** par une droite de régression et un (R^2) ou coefficient de corrélation représentant le taux des variations de la biomasse Y expliqué par les différents chargements cumulés X. Ici, ce coefficient est négatif montrant un taux de variation décroissant. Sa valeur est faible (0,56) mais montre tout de même une certaine corrélation au vu de la taille de l'échantillon.

a) Quantité de biomasse obtenue selon le modèle d'allocation M1 :

Les quantités de biomasses relevées pour ce type d'allocation sont en moyenne inférieures à 0,8 tonnes de matière sèche par hectare pour atteindre des quantités de 0,2 tonnes/ ha, soit selon DURU (2000) avec une hypothèse de masse volumique égale à 100 kg de MS/ ha/ cm de hauteur d'herbe, une hauteur d'herbe comprise entre **2 et 8 cm**. Cette faible quantité de biomasse résiduelle semble correspondre à différents facteurs :

- Un chargement cumulé d'animaux important sur ces parcelles, en moyenne de 56,7 UGB jour / ha, ce qui correspond par exemple à un pâturage avec **15 UGB pendant 22 jours** à raison de **4 heures par jour** sur 1 hectare.
- Des repousses spontanées de RGI sans semis systématique (tous les ans), ou des densités de semis très faibles.
- Des intervalles courts entre le retrait des animaux de la parcelle et la dessiccation (temps de repousse)
- De très faibles niveaux de fertilisation
- Une culture de *milheto* ou de maïs ensilage suivent ce type de pâturage.

Ces facteurs sont généralement liés. En effet, si le producteur envisage de réaliser une culture de *milheto* après le pâturage, il n'a que peu d'intérêt à laisser repousser la biomasse car pour des problèmes de germination il sait qu'il devra effectuer un travail du sol (scarification + pulvérisateur). De même, sacrifiant ces parcelles à un pâturage intensif, l'engrais s'il est utilisé l'est entre deux pâturages. Il n'y a jamais d'utilisation sur ces parcelles d'engrais pour favoriser les repousses après les pâturages.

Aussi, la durée de cycle de la plante fourragère ou le temps d'utilisation de la plante est souvent courte car insérée dans des rotations comportant un double cycle de maïs ensilage et *milheto*.

De ce fait, le temps entre le dernier pâturage et la date du semis de la culture d'été est réduit laissant peu de temps pour que la plante de couverture repousse vraiment.

Globalement, la stratégie du modèle M1 d'allocation de la biomasse est de fournir aux animaux un maximum de fourrage sur une période relativement courte. Les parcelles retenues pour remplir cette fonction sont donc plus ou moins sacrifiées en été et en hiver à l'alimentation du bétail. L'intérêt du paillage et du SCV étant le contrôle de l'envahissement des cultures par les adventices, il apparaît

comme injustifié dans le cas où les cultures suivantes seront du *milheto* pâturé ou du maïs destiné à l'ensilage. Pour toutes ces raisons, l'intérêt de laisser repousser la biomasse est réduit, mais il n'empêche pas le producteur de réaliser un SCV de maïs ensilage sur le peu de biomasse résiduelle.

b) Quantité de biomasse obtenue sous le modèle d'allocation M2 :

Les quantités de biomasse relevées pour ce type d'exploitation sont bien supérieures au modèle M1 et atteignent en moyenne 2 tonnes par hectare de matière sèche. Ce modèle d'allocation de la biomasse est régi par des facteurs plus favorables à la repousse de la biomasse par rapport au modèle M1.

- Un chargement cumulé d'animaux plus faible, de 13,3 UGB jour / ha en moyenne, soit par exemple **15 UGB pendant 5 jours** à raison de **4 heures par jour** et par hectare.
- Une association d'avoine et de RGI, ou d'avoine ou de RGI, semés à de fortes densités par hectare.
- Des intervalles plus longs entre le retrait des animaux de la parcelle et la dessiccation (temps de repousse), intervalles compris entre 10 et 30 jours.
- Une fertilisation moins aléatoire grâce à l'apport de lisier.
- Du maïs grain ou du soja en cultures suivantes.

L'ensemble de ces facteurs se conjuguent pour minimiser l'impact des animaux sur la parcelle en termes de compaction des sols et favoriser au maximum la repousse de biomasse pour « sécuriser » l'envahissement par les mauvaises herbes des cultures de rente grâce à un paillage important pour réaliser le SCV.

c) Quantité de biomasse obtenue sous les modèles d'allocation M3 et M4 :

Aucune mesure de biomasse n'a été effectuée sur ces parcelles. Toutefois, on peut supposer qu'il y a systématiquement repousse de la plante de couverture avant le SCV. Plusieurs raisons nous autorisent à formuler cette supposition :

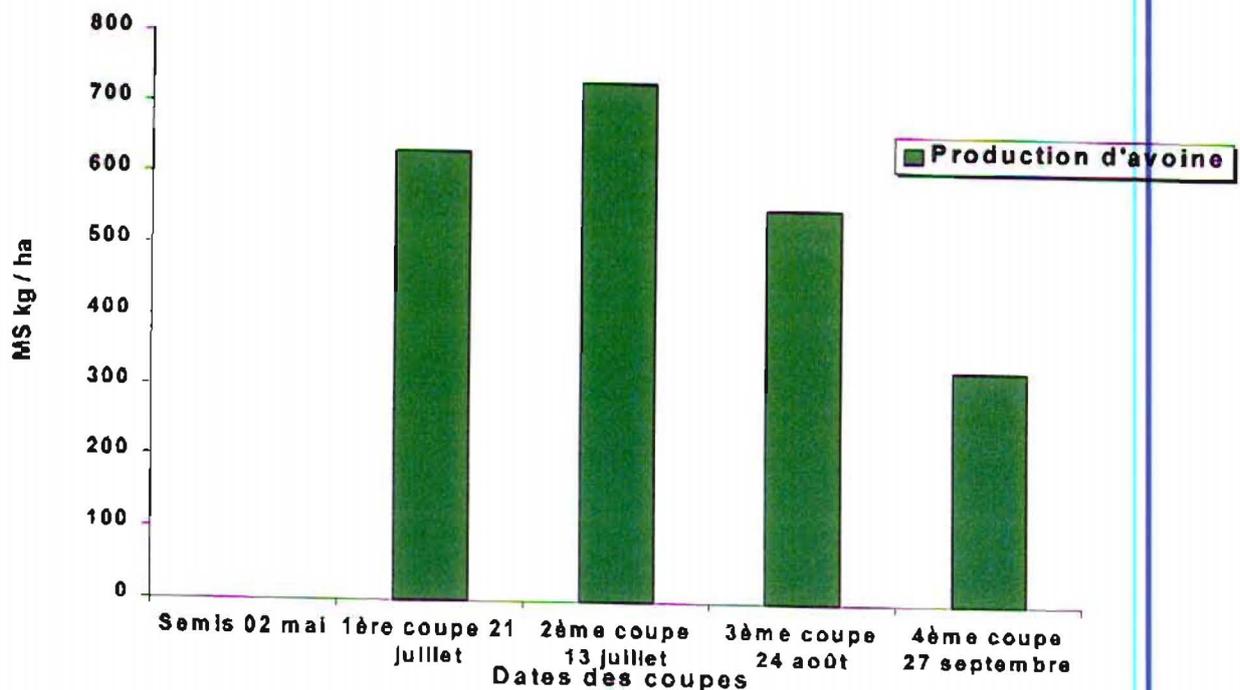
- les coupes journalières ou la fauche pour l'ensilage de graminées sont toujours effectuées avant la floraison vers la fin du mois d'août début du mois de septembre. Les semis des cultures suivantes (maïs grain ou soja) se font généralement vers le mois d'octobre voire de novembre pour le soja, ce qui laisse un laps de temps suffisant long (environ 30 jours) pour que la plante de couverture repousse.
- La végétation spontanée a entre 5 et 6 mois pour se développer entre 2 rotations de cultures d'été donnant vraisemblablement une quantité de biomasse suffisante pour « sécuriser » la culture suivante et réaliser le SCV.
- Globalement, la stratégie agronomique sur ces parcelles est de faire des cultures de vente en SCV afin d'en diminuer les coûts en travail. Une quantité de biomasse adéquate doit donc être laissée afin de contrôler au mieux les adventices dans ces cultures.

Tableau 15: Fréquence de coupe sur du Ray Grass Italien (*Lolium multiflorum* L.) à 3 intervalles différents et 3 quantités d'azote

Fréquence		Kg de MS / ha / dose de N			Moyenne
Intervalle	Coupe	Zéro	75	150	
20 jours	1	576	825	1125	842
137 jours	2	522	630	848	667
	3	422	931	1157	837
	4	443	668	851	654
	5	695	1094	1165	985
28/10/99	6	607	1058	1261	975
	7	676	1322	1250	1083
Total		3941	6528	7657	6042
30 jours	1	732	949	1078	920
137 jours	2	655	1393	1526	1191
	3	622	1705	1819	1382
	4	1433	2318	2647	2133
28/10/99	5	1175	2453	2926	2185
Total		4617	8818	9996	7810
40 jours	1	400	845	920	722
137 jours	2	602	1854	2499	1652
	3	891	2092	2543	1842
28/10/99	4	1363	3094	3809	2755
Total		3256	7885	9771	6971

Sources : Fondation abc, Castrolanda, 2000.

Figure 30 : production d'avoine soumise à 4 coupes (en kg de MS par ha)



4. BIOMASSE EXPORTÉE AU PÂTURAGE

Une estimation des besoins en matière sèche a été réalisée afin d'envisager les quantités approximatives de biomasse exportée et comprendre si globalement l'offre fourragère est suffisante pour conserver une biomasse résiduelle par la suite.

Cette estimation est basée sur la capacité d'ingestion d'une vache laitière standard, capacité située à environ 14 kg de MS par jour. A cette capacité d'ingestion journalière, nous avons retranché les quantités de MS apportées par la ration en farine et concentré à cette période que nous avait donné chaque producteur. Sachant que les producteurs distribuent entre 2 kg et 8 kg de MS par jour par la ration, le reste doit être ingéré au pâturage, soit entre 6 et 12 kg de MS par jour.

Aussi, connaissant le nombre d'UGB et le nombre de jours de pâturage sur chaque parcelle, nous obtenons une quantité globale de MS susceptible d'être ingérée et donc exportée. Cette quantité correspondrait à une quantité réelle si les vaches productives restaient toute la journée au pâturage, alors qu'en réalité le nombre d'heures passées au pâturage est très variable selon les producteurs, de 1 heure et demi à 7 heures par jour.

Ainsi, cette approximation est certainement surestimée. Un calcul rapide, basé d'une part sur les déclarations de *production de lait par vache par jour* et les *apports de MS de la ration* et d'autre part sur les *besoins en fourrages estimés convertis en Unité Fourragère Lait (UFL)* donnent une différence importante entre la production de lait permise par les apports en matière sèche estimés et les productions déclarées.

La fourchette des **besoins en matière sèche au pâturage estimés se situe entre 0,25 et 3,25 tonnes / ha** selon les parcelles et le mode de conduite alimentaire effectuée par chaque producteur. Si l'on compare cette estimation aux données du **tableau 15** et de la **figure 30** des productions de matière sèche de RGI sans fertilisation et d'avoine, les besoins sont normalement couverts par une production normale de fourrage.

En effet, pour un RGI semé seul, la production minimale est de 3,25 tonnes/ ha avec 4 pâturages et des intervalles entre pâturage de 40 jours. Cette production peut aller jusqu'à 4,6 tonnes de MS / ha avec 5 pâturages et des intervalles de 30 jours.

Pour une avoine semée seule, la production atteint seulement 2,2 tonnes / ha en situation d'exploitation intensive avec des intervalles de seulement 20 jours entre chaque pâturage.

D'après ces chiffres, l'offre fourragère dépasse dans 90% des cas les besoins en matière sèche que nous avons estimés d'après les modes de conduite au pâturage enquêtés sur 50 parcelles.

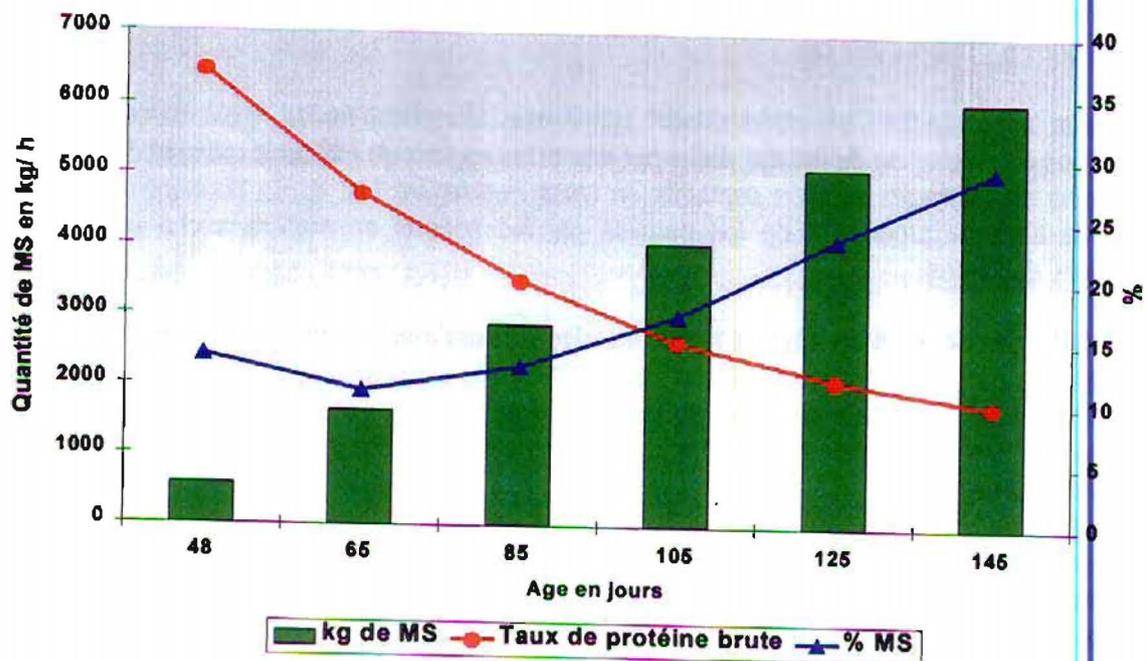
Aussi, ces 2 espèces étant majoritairement associées sur les parcelles pâturées, on peut alors penser que le cumul des deux productions couvre très largement les besoins en matière sèche des animaux en production à cette période.

Tableau 16 : Réponse de la croissance de RGI en Matière Sèche en kg par jour soumise à 3 quantités d'azote.

Forme d'exploitation	Intervalle (en jours)	Kg de MS / jour / dose de N			Moyenne
		Zéro	75	150	
Intensif	20	29	48	56	44
Semi-intensif	30	34	64	73	57
Extensif	40	24	58	71	51
Moyenne		29	57	67	

Sources : Fondation abc, Castrolanda, 2000.

Figure 31 : Valeurs de production de biomasse (kg MS/ ha), taux de protéine brute et % de MS du RGI en fonction de l'âge.



5. VARIABILITE DES REPOUSSES DE BIOMASSE ENTRE LE PATURAGE ET LA DESSICCATION

La repousse de biomasse après le pâturage est généralement conditionnée par la stratégie de l'exploitant pour atteindre plusieurs objectifs agronomiques à savoir principalement le contrôle de l'enherbement des cultures suivantes et de l'érosion, les pluies étant souvent intenses en cette période du mois de septembre. Toutefois, nous avons observé une **grande variabilité de la quantité de biomasse qui repousse** surtout dans le modèle d'allocation de la biomasse **M2**, modèle qui répond simultanément aux objectifs zootechniques et agronomiques.

Cette variabilité semble découler de plusieurs facteurs plus ou moins maîtrisés par le producteur. Le facteur climatique est le premier facteur déterminant pour la croissance végétale à cette période et il n'est bien sûr pas maîtrisable. Les facteurs que l'exploitant peut contrôler sont la durée de l'*intervalle entre le retrait des animaux et la dessiccation*, le *niveau de fertilisation* de la couverture, et la *densité de semis*. Un facteur peut être moins connu des producteurs réside dans l'effet du **type de pâturage** sur la croissance des graminées et sur la repousse de la biomasse avant le semis.

a) Effet du type de pâturage sur la croissance végétale.

Le **tableau 16** représente la réponse en croissance en matière sèche du RGI selon différents types d'exploitation dans lesquels le **temps de retour au pâturage** est considéré comme un élément déterminant de la croissance du RGI. Ces intervalles entre 2 pâturages sont respectivement de 20, 30 et 40 jours pour des types d'exploitations appelés *intensif*, *semi-intensif* et *extensif*. On remarque que les 2 systèmes intensif et extensif avec des intervalles de 20 et 40 jours sont pénalisants pour la croissance journalière du RGI. Si l'on considère que le producteur laisse repousser le RGI sur 30 jours, il peut perdre jusqu'à 300 kg de MS/ ha s'il a réalisé un pâturage extensif et 150 kg de MS/ ha avec un pâturage intensif toujours sans fertilisation. Or ceci correspond bien aux valeurs de « temps de retour au pâturage » les plus souvent rencontrées. En effet, dans le modèle d'allocation de la biomasse **M1**, le temps de retour est souvent inférieur à 20 jours, ce qui semble cohérent avec l'objectif de ne pas forcément laisser repousser la biomasse sur ces parcelles. Par contre dans le modèle **M2**, le temps de retour au pâturage vaut entre 35 et 50 jours.

Dans les deux cas, les pratiques de pâturage ne favorisent pas la croissance de biomasse.

b) Intervalles entre le retrait des animaux et la dessiccation de la biomasse

La date de retrait des animaux et l'intervalle « *retrait des animaux-dessiccation* » sont influencés par différentes contraintes. La date du dernier pâturage est conditionnée par l'offre alimentaire globale de l'exploitation à cette période et la date de dessiccation, par la date de semis de la culture suivante.

Globalement, la date du dernier pâturage est fonction de l'offre fourragère sur l'ensemble des pâturages mais surtout des **stocks fourragers** effectués par l'exploitant. Les stocks de maïs ensilage et d'ensilage d'avoine ou de RGI sont généralement gardés pour la période critique du printemps (septembre-octobre) et d'automne (mars-avril) lorsqu'il n'y a pas encore ou plus de *milheto*. Les exploitants qui possèdent un stock de fourrage important peuvent alors retirer leurs animaux plus tôt des parcelles et ainsi allonger cet intervalle pour la repousse de la biomasse. C'est en réalité une stratégie observée au sein des groupes **III et IV**. Ainsi, grâce à cette stratégie les intervalles sont au minimum de **30 jours** entre le retrait des animaux et la dessiccation, donnant des quantités de biomasse souvent **supérieures à 2 tonnes de MS / ha**. Dans le cas contraire, lorsque les producteurs n'ont pas pu constituer un stock suffisant de fourrage, les parcelles tampons peuvent alors servir à accueillir ces animaux plus tôt. Mais en réalité, ces exploitants vont plutôt utiliser au maximum les pâturages et réduire l'intervalle entre le retrait des animaux et la dessiccation jusqu'à moins de 15 jours. Dans ce cas, les quantités de biomasse ne dépasseront pas 1 tonne de MS / ha.

Tableau 17 : Fertilisation des parcelles en fonction de divers critères.

Fertilisation des parcelles en fonction de :			
Surfaces	Types d'exploitation	Espèces	Chargements cumulés d'exploitation (CE)
<ul style="list-style-type: none"> • 20,8% des parcelles < 2 ha • 10,4% des parcelles entre 2 et 5 ha • 3,1% des parcelles entre 5 et 10 ha • 1% des parcelles > 10 ha 	<ul style="list-style-type: none"> • 16% sur pâturage rotatif • 14,5% sur pâturage continu 	<ul style="list-style-type: none"> • 15% sur avoine + RGI semé • 5% sur avoine semée • 4% sur avoine + RGI spontané • 4% sur RGI spontané 	<ul style="list-style-type: none"> • 13,5% avec CE compris entre 10 et 20 UGB jours/ ha • 9,3% avec CE compris entre 20 et 30 UGB jours / ha • 7% avec CE inférieur à 10 UGB jours / ha • 5,2% avec CE compris entre 30 et 50 UGB jours / ha
Environ 60% des parcelles NON FERTILISEE			

NB : analyse effectuée sur 96 parcelles et 17 individus, 2001.

Tableau 18 : Coefficients de répartition de l'azote de l'urine et des fèces.

Destination	Fèces (%)	Urine (%)
N organique dans le sol	69	31
Absorption par la plante	9	29
Volatilisation	3	16
Dénitrification	2	2
Lixiviation	17	22

Par ailleurs, l'espèce cultivée après le pâturage influe aussi sur cet intervalle. Celui-ci sera réduit pour les cultures de *milheto* et de maïs semés tôt en septembre et allongé pour la culture du soja semé fin octobre-début novembre.

Par ailleurs, la **figure 31** représente l'évolution du taux de protéine brute et de matière sèche pendant la durée du cycle du RGI. Le RGI est une graminée dont le pourcentage en MS (cellulose) augmente très rapidement et dont le taux de protéine brute décline aussi très vite à partir du 85ème jour après semis. Cette graminée contrairement au Ray Grass Anglais est plutôt conseillée pour être ensilée à ce stade (90 jours post-semis) alors qu'ici elle est pâturée très tard. Ainsi un pâturage prolongé sur le RGI est peu rentable en terme de rendement laitier : la baisse d'appétibilité et de digestibilité allant croissantes après les 90 premiers jours du cycle.

L'intérêt de retirer les animaux plus tôt est donc double. Il permet d'une part de rallonger l'intervalle « retrait des animaux-dessiccation de la biomasse » et d'augmenter la quantité de biomasse pour le SCV et d'autre part de profiter au mieux des qualités nutritives du RGI. Ceci implique aussi de garantir un stock fourrager important pour affourager les animaux à cette période, condition souvent non envisageable pour les plus petits producteurs (**groupe I** en particulier) qui manquent de surface pour produire ce stock et qui ont du mal à assumer les frais d'ensilage.

c) Niveau de fertilisation de la plante de couverture

Les niveaux de fertilisation sur les pâturages sont très hétérogènes selon les exploitants et les parcelles. Selon une analyse effectuée sur 96 parcelles et 17 individus, 62% ne sont pas fertilisées, le reste des parcelles étant fertilisé avec des doses d'urée (à 45% d'azote) inférieures à 50 kg / ha (12% des parcelles), comprises entre 50 et 100 kg / ha (12% des parcelles) et 100 à 200 kg / ha (10% des parcelles) soit respectivement des doses d'azote d'environ 25, 25-45, 45-90 kg de N / ha.

Globalement, les producteurs des groupes III et IV utilisent des doses plus importantes d'urée que les groupes I et II.

L'urée est généralement utilisée après chaque pâturage sur des parcelles bien définies. Le **tableau 17** présente les résultats de l'analyse effectuée sur les 96 parcelles. Elle montre que les parcelles **fertilisées prioritairement sont les parcelles les plus petites (< 2 ha)** où l'on effectue **des pâturages rotatifs avec un chargement cumulé d'exploitation (CE) élevé** sur de l'avoine et du RGI semé.

La fertilisation a donc en priorité une fonction d'amélioration de la production fourragère pratiquement instantanée si l'on considère que l'urée est assimilable par les végétaux très rapidement. Ainsi l'effet de cette fertilisation minérale doit avoir très peu d'arrière effet sur la repousse de la biomasse en fin de cycle (biomasse constituant la couverture pour le SCV).

La fertilisation organique par apport de fumier ou lisier autre que les retours de fèces et urine au pâturage est pratiquement inexistante. En effet, la récupération des déjections animale en stabulation ou à l'étable n'est jamais effectuée, pour des raisons de coûts d'infrastructure et de matériel d'épandage. Seuls trois producteurs interrogés récupèrent ces déjections. L'un d'entre eux les amène quotidiennement par brouette sur les surfaces qui seront cultivées en *milheto*, les autres utilisent une épandeuse à lisier prêtée par l'association des éleveurs. Un de ces deux producteurs qui produit également des porcs épand le lisier en fin de pâturage à raison de 33 tonnes / ha. Selon Scherer (2000) cette quantité de lisier correspondrait à une application de 120 kg d'azote (N), 100 kg de phosphate (P_2O_5) et 75 kg de potassium (K_2O) par hectare soit l'équivalent de 500 kg/ ha d'un engrais 10-20-15 ou de 150 kg / ha d'urée ou 200 kg / ha de nitrate d'ammonium.

Ce type de fertilisation donne des résultats forts intéressants puisque ce producteur obtient la plus grande quantité de biomasse récoltée après pâturage et avant dessiccation avec 4,3 tonnes de MS/ ha. Aussi, si la fertilisation minérale et organique est globalement faible ou semble avoir peu d'effets positifs sur la repousse de la biomasse, on peut supposer que les producteurs pensent que le retour des déjections animales durant le pâturage est un élément suffisant pour fertiliser les plantes de couverture. Cette hypothèse n'a pas été vérifiée auprès des producteurs mais il est évident que le retour des déjections animales est un élément positif pour la fertilisation. Toutefois, selon Decau et al (1997) cité

par Assman (2001) l'absorption réelle de l'azote minéral par la plante est à relativiser avec seulement 9% d'absorption de N des fèces et 29% de N de l'urine (**tableau 18**). Les effets positifs du pâturage seront discutés ultérieurement dans la partie discussion sur les avantages de l'intégration Agriculture-Elevage.

Aussi, si l'on reconsidère les essais de production de RGI avec des dosages différents d'azote présentés aux **tableaux 15 et 16**, ils montrent qu'avec seulement une application d'un engrais apportant 75 kg/ ha de N suffit à doubler pratiquement la production de matière sèche. Ce type de fertilisation semble en progression chez les producteurs des groupes III et IV qui pratiquent l'ensilage d'avoine ou de RGI. La tradition « extractiviste » des producteurs de la région pèse sur les pratiques de fertilisation des pâturages. Des applications étalées avant et après les pâturages permettraient de mieux répartir la croissance fourragère dans le temps afin d'obtenir plus de biomasse pour effectuer le SCV.

d) Densité de semis de la plante de couverture

Les densités de semis sont-elles aussi très variables entre chaque exploitation, elles reflètent aussi la diversité des recommandations que l'on retrouve dans la littérature et chez les vendeurs de semences. Le RGI (*Lolium multiflorum*) conserve son pouvoir germinatif pendant une durée de 3 à 5 ans selon les conditions de ressemis spontanés. Généralement, lorsqu'il est semé seul, les densités de semis observées vont de 20 à 100 kg/ ha alors que les recommandations donnent plutôt des densités comprises entre 17 à 30 kg/ ha. Les densités recommandées par différents auteurs, selon qu'ils retiennent la destination comme plante fourragère ou comme plante de couverture sont sensiblement les mêmes.

La repousse spontanée de RGI est très variable mais elle dépend essentiellement de la date d'application de l'herbicide l'année précédente. En effet si l'herbicide est passé avant la formation de la graine, il y a peu de chance que le RGI repousse l'année suivante. Il faudra alors semer à nouveau. Si l'herbicide est passé après, alors la repousse dépendra notamment des conditions d'entretien (amendements, fertilisation) de la parcelle.

Lorsque l'avoine (*Avena strigosa*) est semée seule, on observe exactement la même variabilité de densité, soit de 20 à 100 kg/ ha. Les auteurs³⁷ la citant comme *plante de couverture* donnent des densités situées entre 50 et 60 kg/ ha, les autres la citant comme *fourrage* donnent des recommandations qui varient de 30 à 90 kg/ ha de semences.

Semés en association, les densités de semences d'avoine et de RGI diminuent respectivement à environ 25 kg et 20 kg/ ha. Les densités observées correspondent effectivement aux recommandations.

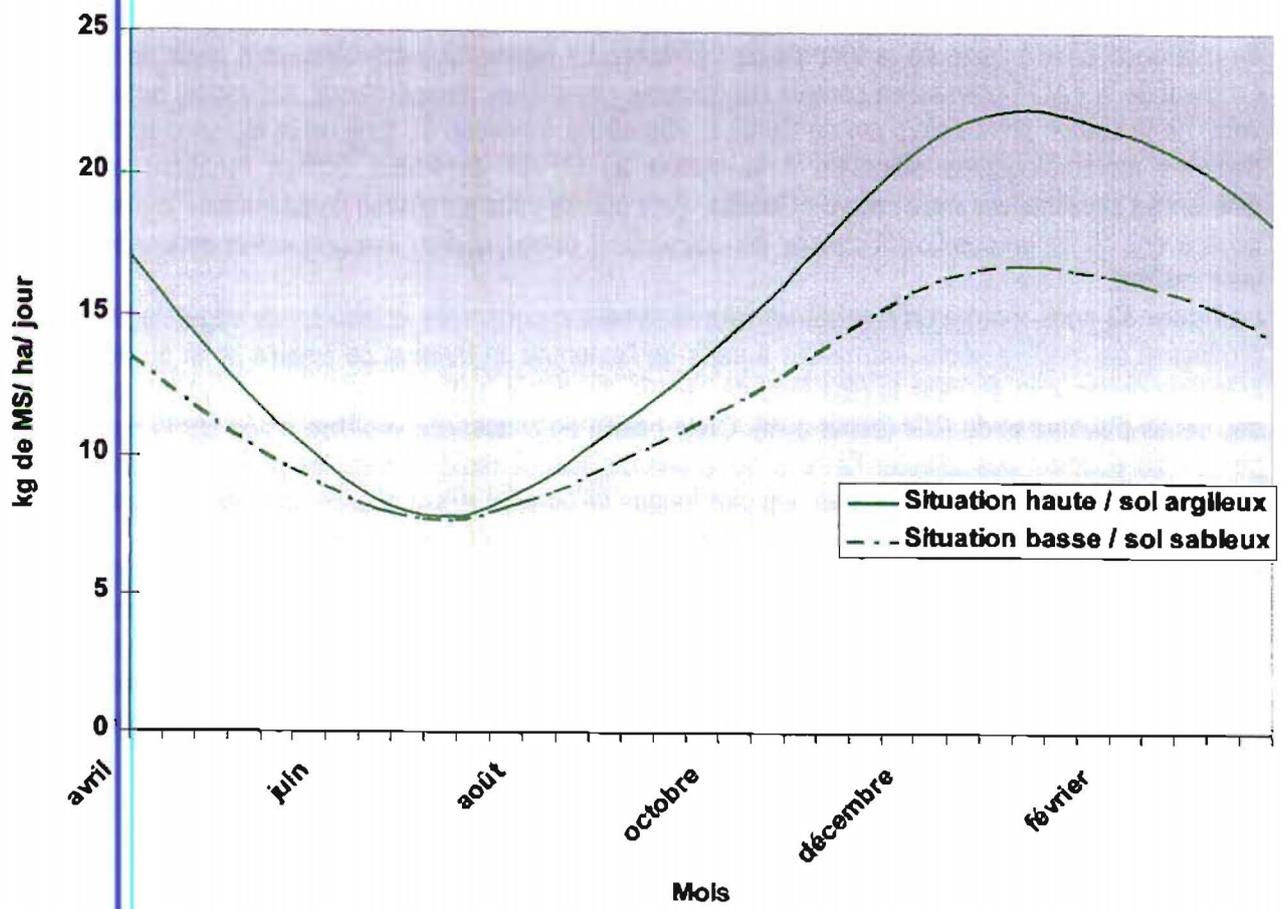
Les densités de semence observées étant très souvent supérieures aux recommandations, ceci n'affecte en rien les potentialités de repousse de la biomasse en tant que plante de couverture après le pâturage.

Le seul facteur qui pourrait affecter négativement la quantité de biomasse produite réside dans un mauvais contrôle de la date de passage d'herbicide sur le RGI et ainsi une mauvaise repousse spontanée.

Il faut aussi noter que la plupart des producteurs évoquent des problèmes liés à la qualité des semences achetées, problèmes sur la levée (taux de germination inférieur à 50%) et sur la pureté du matériel (contamination par des graines d'adventices comme *Raphanus raphanistrum*).

³⁷ « Plantio direto, Pequena propriedade sustentavel », IAPAR-Londrina, circular n°101, 1998. pp90 et « Plantas para adubação verde de inverno », IAPAR-Londrina, circular n° 73, 1992. pp 42.

Figure 32 : Variations saisonnières de la croissance du pâturage, FAO Curitiba, 2001.



e) Conditions climatiques et potentialités de repousse de la biomasse

Les prévisions de croissance végétale peuvent être basées sur le calcul de l'évaporation de la culture de référence ETA à l'aide de la formule de PENMAN. La **figure 32** a été obtenue à partir du logiciel Cropwat de la FAO³⁶ prenant en compte les données climatiques (températures, radiations, humidité et vent) de la station météorologique de Curitiba, ville située à environ 60 kms de la région d'étude. Les données météorologiques obtenues à la station du IAPAR de Ponta Grossa montrent peu de différences significatives avec celle de Curitiba. Pour obtenir cette simulation de croissance journalière, nous avons choisi un coefficient cultural *kc* moyen de 1 correspondant aux graminées exposées à un vent modéré.

La **figure 32** nous montre qu'il existe un ralentissement important de la croissance végétale et de la production de matière sèche journalière à partir de l'automne en mars et ce jusqu'à la fin du mois de juillet qui correspond au mois le plus froid de l'année. Toutefois, cette période correspond à la période des semis d'avoine et de RGI (début avril). Cette baisse de croissance végétale notée sur la figure 32 ne semble pourtant pas affecter l'avoine qui a une croissance rapide durant les mois de mai-juin. Le RGI qui a une phase végétative beaucoup plus longue va en effet suivre et coller la partie croissante de la courbe et avoir une croissance importante à partir du mois d'août jusqu'au début d'octobre.

Ainsi, cette période de croissance végétale optimale au point de vue climatique, confère au RGI un atout majeur pour constituer une biomasse importante avant les semis des mois de septembre-octobre. Le logiciel de la FAO prend aussi en compte le type de sol. Toutefois, même ce facteur fait varier la production de près de 5 kg de MS/ ha / jour en période estivale selon qu'il s'agit d'un sol argileux ou sableux, cette différence est peu significative en période hivernale, qui nous intéresse. Nous n'en tiendrons pas compte dans cette analyse de la variabilité de la repousse de la biomasse.

³⁶ Site FAO « Food and Agriculture Organisation », Département des Ressources Naturelles, logiciel CROPWAT, Samerica (South america).

f) Conclusion partielle : critères déterminants la repousse de biomasse entre le pâturage et la dessiccation

L'analyse des différents facteurs déterminants la variabilité de la repousse de biomasse après pâturage conduit à désigner les conditions optimales et minimales qui affectent cette repousse. Les facteurs externes comme les conditions climatiques étant favorables à la repousse de biomasse, il est intéressant de voir comment le producteur peut conduire de façon optimale la gestion de la biomasse afin de contrôler au mieux l'intégration de l'élevage sans pénaliser les cultures de vente.

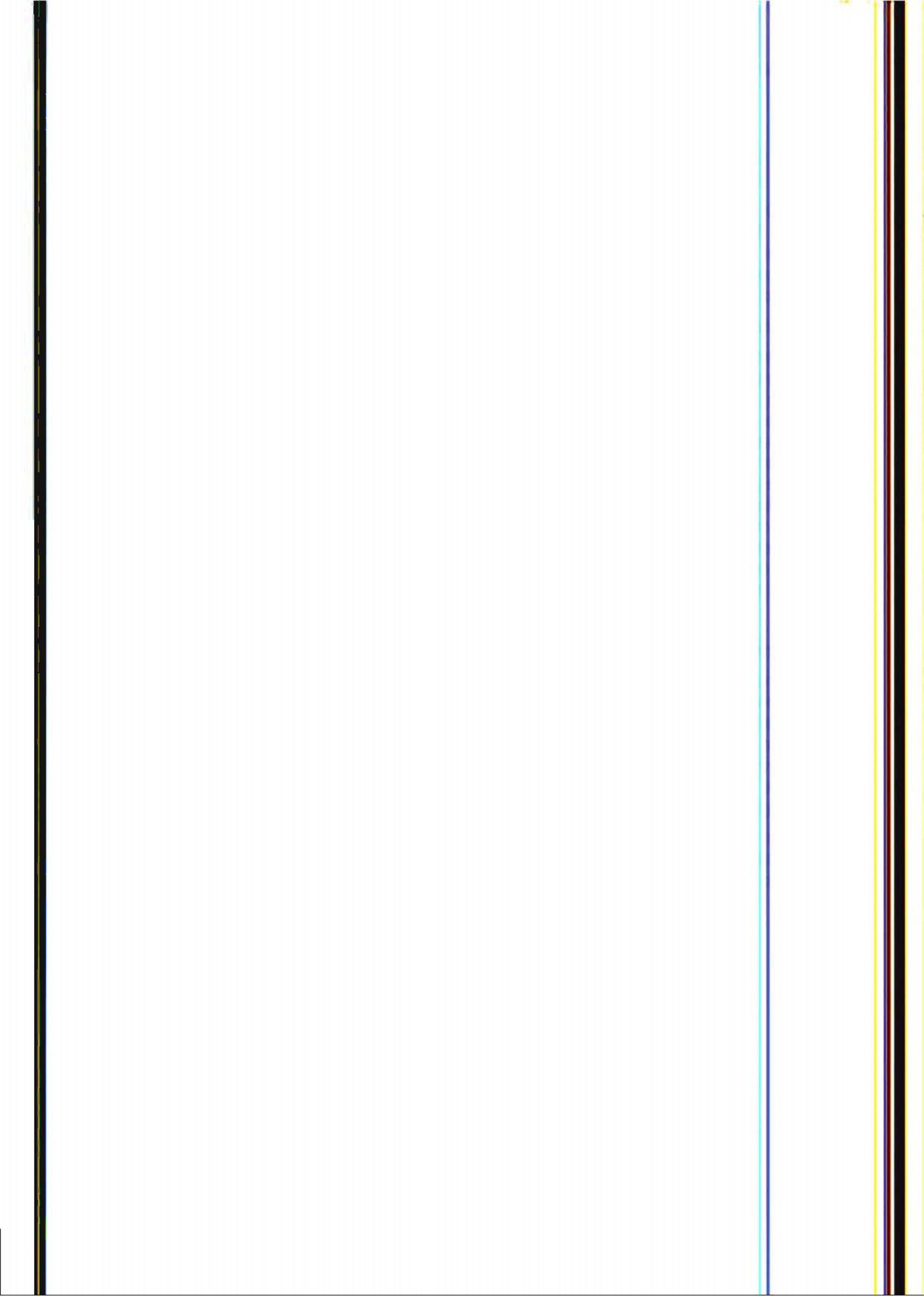
Facteurs défavorables :

Nous venons de le voir, les modes de conduite du pâturage sont essentiels dans cette gestion de la biomasse. Des intervalles entre pâturages trop courts (inférieurs à 20 jours) ou trop longs (supérieurs à 40 jours) affectent la croissance végétale. Si l'on ajoute à cela un intervalle trop court entre le retrait des animaux et la dessiccation, il y a peu de chance que l'on ait une quantité de biomasse suffisante. Ceci correspond particulièrement à la gestion globale de l'alimentation du troupeau et à un manque de stock fourrager à cette période. Le groupe I qui possède le moins de surface est le groupe le plus pénalisé, car il ne peut constituer un stock suffisant de maïs ensilage ou d'ensilage d'avoine. Aussi, les niveaux de fertilisation étant pratiquement nuls (coûts élevés des engrais à cause de la crise énergétique au Brésil), on comprend bien que ce groupe de producteurs qui en général dispose de peu de moyens est le plus en difficulté pour continuer à réaliser une bonne intégration de l'agriculture et de l'élevage. Des efforts de vulgarisation sur l'utilisation des pâturages et sur la fertilisation organique pourraient permettre une amélioration sensible de cette intégration.

Facteurs favorables :

Avec une règle de base pour le *temps de retour au pâturage* et l'intervalle entre le *retrait des animaux et la dessiccation de 30 jours*, les exploitants peuvent prétendre favoriser au mieux la repousse de biomasse en fin de cycle hivernal. Ceci est surtout vérifié sur le modèle d'allocation **M2** qui intègre le mieux la gestion des pâturages et des cultures suivantes. Le retrait précoce des animaux repose sur une bonne gestion du stock fourrager ce qui est le cas des groupes **III et IV**. Ceux-ci possèdent des surfaces plus importantes et sont plus capitalisés et mécanisés, ce qui permet donc la production d'ensilage de maïs ou de graminées.

Un effort de fertilisation après le dernier pâturage permettrait d'atteindre des niveaux de biomasse très satisfaisants (exemple d'un producteur qui épand du lisier et qui arrive à produire 4,3 tonnes de MS/ ha) afin de contrôler au maximum l'érosion et les mauvaises herbes avant le SCV de la culture annuelle.



Partie 3

Bilan et Perspectives

Tableau 19 : Bilan de la compatibilité de l'intégration agriculture-élevage à différentes échelles.

Niveaux d'intégration SCV-Elevage	Facteurs d'incompatibilités/ compatibilités			
Système agraire	➤ Pas d'incompatibilité à ce niveau car la gestion des ressources fourragères et végétales se fait essentiellement à l'échelle de l'exploitation (pas de vaine pâture ni de parcours communs)			
Système de production	➤ Pas de compétition pour le travail car il y a répartition entre l'homme qui s'occupe des cultures et de la femme qui gère les activités d'élevage ➤ Compétition gérée pour l'allocation du foncier entre les parcelles cultivées et les parcelles destinés à l'alimentation du bétail (pâturage perçu comme compactant les sols)			
Systèmes techniques de production Système d'élevage/ Système de culture	➤ Compétition gérée pour l'allocation de la biomasse : stratégie d'attribution de fonctions parcellaires ➤ Animaux alimentés grâce aux productions agricoles et fourragères de l'exploitation (faible niveau de dépendance extérieure)			
Parcelle	Différenciation de l'intégration selon la taille et la proximité de la parcelle par rapport à l'exploitation			
	<u>Petites parcelles</u> Compatibilité faible SCV-Elevage : - priorité à l'élevage - Peu de SCV	<u>Parcelles moyennes</u> Bonne compatibilité SCV-Elevage : - pâturages maîtrisés - conservation de la biomasse suffisante pour le SCV	<u>Grandes parcelles</u> Compatibilité SCV-Elevage limité : - Pas de pâturage - Coupe / ensilage - SCV	<u>Grandes parcelles éloignées</u> Aucune intégration SCV-Elevage : - Pas de pâturage - Couverture végétale pour le SCV

A. BILAN ET PERSPECTIVES

1. UNE COMPATIBILITE SCV-ELEVAGE PLUS OU MOINS GRANDE

Le **tableau 19** présente le bilan des facteurs de compatibilité entre les SCV et l'élevage examinés selon différentes échelles, du système agraire à la parcelle. On remarque que la compétition qui existe pour l'allocation du foncier au niveau du système de production va déterminer une gestion différenciée pour l'allocation de la biomasse entre le système d'élevage et les systèmes de culture. Cette stratégie, réalisée dans le but de faire fonctionner au mieux les systèmes de production influence directement les choix techniques effectués au niveau de la parcelle selon des facteurs de compatibilité plus ou moins grands entre le SCV et l'élevage. Ce bilan confirme l'intérêt méthodologique d'étudier le système de production dans son ensemble, puis les systèmes techniques de production pour comprendre la diversité des modalités d'allocation de la biomasse rencontrées dans chaque exploitation. Après avoir réalisé ce bilan de la compatibilité actuelle des SCV avec la production laitière, nous proposons d'envisager leur durabilité économique et agronomique.

2. DES SYSTEMES DE PRODUCTION ECONOMIQUEMENT VIABLES

L'étude de l'intégration agriculture-élevage montre que plus l'intégration de l'activité laitière est ancienne, plus les producteurs tendent vers un système d'élevage laitier dit semi-confiné (groupe IV). Ceci consiste à diminuer le temps de pâturage et à produire des fourrages conservés qui seront donnés aux animaux maintenus en stabulation.

Non loin de notre région d'étude se trouve une très importante coopérative laitière, créée par des immigrants hollandais et dont les systèmes d'élevage sont qualifiés d'intensifs (forte productivité des systèmes de culture et d'élevage associés à une utilisation massive d'intrants) et promeuvent le système semi-confiné. Cette coopérative est régulièrement prise comme une référence en matière de production laitière par les producteurs de tous ordres.

Or, dans un contexte économique globalisé, la tendance est à la baisse constante du prix du lait. Les éleveurs ayant adopté le modèle semi-confiné voient leur marge brute par litre de lait produit constamment diminuer et sont particulièrement affectés car ils doivent supporter des coûts fixes très importants (bâtiments d'élevage et équipements de coupe, conditionnement et distribution des fourrages conservés).

Dans ce contexte, des observateurs tel que Bressan³⁹ pensent que ce système intensif s'il convient aux industriels, ne convient pas à l'agriculture familiale qui devrait plutôt s'orienter vers une production laitière intégrée à l'agriculture et où le produit serait valorisé par la main d'œuvre familiale et défendu par un système de groupement permettant la réduction des coûts de production.

Ceci est d'autant plus vrai que les volumes de lait produits sont trop faibles pour parvenir à réaliser les économies d'échelle qui rendent le système confiné plus viable, grâce à un cumul important d'une faible marge de production.

Or dans les différents systèmes de production étudiés, l'activité laitière est économiquement viable car les coûts de production sont plus ou moins maîtrisés. La diversification des producteurs dans l'élevage laitier leur procure ainsi une meilleure stabilité en matière de trésorerie. En effet, l'activité laitière

³⁹ Chercheur à l'Embrapa- Production laitière « Saldas para pequena produção de leite no Brasil »,2001.

procure un **revenu régulier** qui sert à couvrir les dépenses courantes tandis que la vente annuelle des cultures permet de financer, grâce à un apport de trésorerie ponctuel et important les investissements, notamment dans l'élevage laitier.

La **stabilité économique de la famille et sa capacité à reproduire son système de production** sont ainsi grandement améliorées et cette rente régulière lui assure plus d'autonomie en lui permettant d'éviter de contracter des crédits (à taux généralement élevés) destinés à financer les dépenses courantes ou bien les frais de campagne agricole.

En matière de **gestion du risque**, trait caractéristique de l'agriculture familiale, comme l'ont fait remarquer de nombreux producteurs, surtout les moins capitalisés situés à Irati, l'activité laitière est certes astreignante et n'offre pas une marge brute très élevée par litre de lait vendu mais elle est moins risquée que l'agriculture, soumise aux aléas climatiques (fortes gelées, mini-sécheresse) et dont les productions végétales subissent des prix incertains et très fluctuants (particulièrement pour le haricot et le maïs).

L'activité laitière n'est, en outre aucunement compétitive des cultures pour l'**allocation du foncier** et de la main d'œuvre. En effet, l'intégration de l'élevage entraîne la mise en place de pâturages d'hiver qui se substituent aux engrais verts et à la friche. Il faut certes libérer de l'espace pour la culture des productions végétales à destination des animaux : *milheto*, maïs ensilage, maïs grain mais ceci ne modifie pas profondément l'assolement.

En ce qui concerne l'allocation de la **main d'œuvre**, les producteurs qui étaient déjà en SCV profitent d'une meilleure flexibilité dans le calendrier de travail (préparation des semis) et le surplus de travail occasionné par la traite quotidienne se répartit sur toute l'année et fait généralement partie des attributions féminines.

L'**analyse économique** des systèmes de production a débouché sur quelques conclusions intéressantes :

- Le principal coût de production du lait réside dans l'alimentation et notamment dans les *coûts de fabrication du maïs ensilage*. On comprend donc que les petits producteurs (groupe I) le produisent en quantités limitées.
- Les frais de culture du maïs et du maïs grain sont les mêmes alors que le producteur pourrait diminuer ses frais de culture en adaptant son itinéraire technique et en diminuant la fertilisation.
- La participation de la *production laitière dans la formation de la marge brute globale de l'exploitation est faible* mais très variable selon les groupes. En effet, les producteurs diversifiés du groupe III construisent la grande majorité de leur marge brute sur le revenu des cultures.

Nous voyons donc que l'importance économique du lait ne provient pas de l'importance de la marge brute dégagée mais que c'est bien la **régularité du revenu** qui intéresse les producteurs.

La rentabilité économique de la production laitière devrait être améliorée par une **diminution des frais de culture en maïs ensilage** et particulièrement des frais de fertilisation en tenant compte de la fertilisation au champ réalisée par les animaux au pâturage, car les parcelles de maïs ensilage sont généralement en rotation avec des pâturages hivernaux comme nous l'avons expliqué dans les systèmes de culture.

3. DES SYSTEMES TECHNIQUES DE PRODUCTION AGRONOMIQUEMENT DURABLES

Par ailleurs, notre étude a montré qu'il n'y avait **pas d'incompatibilité agronomique entre les SCV et la production de lait au pâturage** en terme de gestion de la biomasse et qu'il existe comme certaines études récentes tendent à le démontrer un effet positif du pâturage sur le rendement des cultures.

L'allocation de la biomasse est gérée chez les producteurs des groupes III et IV de façon à laisser une quantité de biomasse suffisante pour la réalisation du SCV.

Les moyens mobilisés pour atteindre cet objectif sont la constitution d'un **stock important de maïs ensilage et la production d'ensilage de plantes de couverture**. Ceci leur permet en effet de retirer les animaux plus tôt des parcelles que ne le font les producteurs des autres groupes. En effet les groupes I et II sont moins capitalisés et les coûts de production du maïs ensilage restreignent les surfaces cultivées au minimum nécessaire et ils ne disposent pas de matériel de coupe pour les plantes de couverture. Ainsi, ces producteurs vont faire pâturer la couverture de manière plus intensive et prolongée, ce qui diminuera la quantité de biomasse disponible pour le SCV.

Aussi, si l'on tient compte de la **variabilité climatique inter annuelle** (pluviométrie et température), la production de biomasse des pâturages peut être très faible certaines années. En effet, durant les hivers trop froids avec des gelées et une mauvaise répartition des pluies, l'offre fourragère globale diminue quantitativement et qualitativement, surtout lors de gelées tardives⁴⁰. Alors que la demande alimentaire et les surfaces fourragères disponibles demeurent identiques, les producteurs sont dans l'obligation d'augmenter la pression de pâturage et donc le volume de biomasse exportée, ce qui a des répercussions négatives sur la quantité de biomasse restante pour effectuer le SCV. Les producteurs qui ne peuvent constituer un stock fourrager suffisant, tels que les producteurs des groupes I et II sont les plus affectés par ce type de situation climatique.

Ainsi afin de minimiser ce risque climatique, plusieurs solutions peuvent être envisagées. La constitution d'un stock fourrager de réserve en intensifiant la production pourraient être l'une d'entre elle. En effet, la culture actuelle du maïs pour l'ensilage se fait avec des variétés de maïs grain à de faibles niveaux de fertilisation. Des variétés plus adaptées à la production fourragère ainsi qu'un retour de fertilisation organique permettrait d'augmenter sensiblement le stock fourrager. La fertilisation des pâturages pourrait elle aussi permettre de réduire ce risque. L'estimation de l'offre fourragère lors des hivers les plus défavorables permettrait aussi de calculer précisément la pression animale optimale et donc la taille du troupeau maximum qui permettrait de ne pas compromettre ce système.

Comme nous l'avons déjà expliqué, certains systèmes de culture n'ont pas été affectés directement par l'intégration de l'élevage. En effet, le **haricot et le tabac étaient déjà cultivés en mode conventionnel** et le sont encore aujourd'hui, cependant les surfaces cultivées tendent à diminuer pour le haricot et le tabac disparaît, car ceux-ci sont **économiquement compensés par les revenus du lait et compétitifs pour l'allocation de la main d'œuvre**.

⁴⁰ L'année 2000 a connu des températures froides avec des gelées qui ont ralenti la croissance des fourrages tandis que la pluviométrie a été largement en dessous des moyennes pour les mois d'avril et mai, diminuant d'autant plus la biomasse produite.

Fertilisation et intrants

Il est important de souligner la **très faible valorisation du fumier** chez l'ensemble des producteurs tant sur les cultures que sur les pâturages en début de cycle.

Les déjections ne sont pas paillées par souci d'hygiène dans la salle de traite. Aussi, l'ensemble des producteurs rencontrés disent ne pas pouvoir épandre ce lisier faute de matériel adéquat (épandeur à lisier).

Seul un producteur du groupe I d'Irati épand du fumier à la fourche sur ses parcelles de *milheto* dans un souci d'économie en intrants. Un autre producteur qui possède un atelier d'engraissement de porcs épand du lisier et possède le matériel spécifique en association. Ce type d'acquisition associative est à encourager car les producteurs semblent conscients de cette perte de fertilité. Le PRONAF agit en ce sens en donnant les subventions en priorité à des groupes de producteurs souhaitant s'associer pour acquérir du matériel en commun, et constituer ainsi une forme de CUMA⁴¹.

Par ailleurs, la fabrication de compost avec l'ajout de sclure, résidu que l'on trouve en quantité très importante dans cette région, aux déjections permettrait de rendre solide ce fertilisant organique et faciliterait les modalités d'épandage.

Toutefois, des améliorations dans la gestion du troupeau sont à envisager car les quantités de lisier collectables sont limitées et l'on remarque une perte importante sur les parcelles dites « tampons » ou de « stabulation à l'air libre » : le lisier certainement en excès n'est pas recyclé dans la végétation et les pertes par infiltration et ruissellement sont importantes.

Par ailleurs, ASSMAN (2001) note que les meilleures accumulations de biomasse à 18 jours après le pâturage sont produites avec des doses de 100 kg/ ha de N, où chaque kilogramme de N donne une accumulation de 8,5 kg de matière sèche durant cette période de 18 jours. Pour des doses de 200 et 300/ ha de N, cette relation baisse à 5,7 et 3,7 kg de matière sèche accumulée par kg de N. Cette diminution de l'efficacité de N peut indiquer qu'il existe une incidence plus grande des processus de perte et/ ou immobilisation de N.

Ainsi, l'action d'une application adéquate d'azote sur le pâturage d'hiver aura des conséquences intéressantes non seulement pour la production de biomasse, mais aussi comme nous le verrons plus loin sur le rendement de la culture suivante.

Effet du pâturage sur la compaction des sols

Comme nous l'avons vu, l'effet du pâturage lorsqu'il reste à des niveaux de pression animale raisonnable est très faible et n'affecte que l'horizon superficiel situé entre 0 et 15 cm de profondeur. Les travaux de Consalter (1998) effectués sur des latosols brun avec des argiles de type kaolinite ou argile plus gonflante montrent qu'il n'y a pas de compaction en dessous de 4,2 UA/ ha et conforte ces résultats.

Aussi, afin de remédier à cette compaction superficielle et dans un souci d'améliorer les conditions agronomiques d'implantation des cultures, des adaptations simples sur les semoirs permettraient d'éviter le passage systématique du scarificateur.

Ces résultats concernant le faible impact du pâturage sur la compaction des sols doivent permettre de changer les pratiques d'élevage en étendant les pâturages au delà des zones restreintes autour de l'exploitation. Ainsi, les aires de pâturages étant agrandies, les problèmes de production de biomasse cités plus haut lors d'années défavorables ne se poseraient plus avec autant d'acuité.

Par ailleurs, des solutions biologiques peuvent encore diminuer l'impact du pâturage. L'utilisation par exemple du pois Guandu (*Cajanus cajan* L.) qui possède des racines pivotantes peut jouer le rôle de

⁴¹ Coopérative d'Utilisation du Matériel Agricole.

scarificateur tout en permettant une libération du phosphore, élément nutritif important pour les pâturages. Aussi, selon Oliveira (2000), l'utilisation de graminées ayant un développement racinaire important comme la variété d'avoine IAPAR 96, permettrait de réduire l'effet de l'impact du piétinement en jouant cette fois un rôle d'amortisseur biologique ou « d'éponge » en plus d'un effet plus important sur le recyclage des nutriments contrairement au Ray Grass Italien qui a un développement racinaire très faible.

Toutefois, les résultats acquis sur l'effet du pâturage sur la compaction des sols ne tiennent pas compte des antécédents. L'effet d'un pâturage prolongé devrait être expérimenté afin d'envisager à long terme la durabilité de tels systèmes d'intégration.

Oliveira (2000) note aussi l'effet régénérateur du pâturage et du retour de fertilisation par les animaux avec un effet positif sur l'activité biologique du sol en terme de biomasse de vers et de respiration du sol.

Effets du pâturage sur le rendement des cultures

De nombreux auteurs brésiliens qui ont étudié ce type de système intégré en agriculture-élevage ont démontré les divers effets positifs d'un pâturage sur le rendement de la culture suivante. Assman (2001) relève quelques aspects majeurs tirés de ses expérimentations croisées sur l'effet d'un pâturage et d'une association avoine-trèfle à différentes doses de fertilisation azotées sur les rendements du maïs. Ces principaux résultats sont les suivants :

- L'association avoine-trèfle pâturée permet en relation avec les doses de N appliquées une plus grande disponibilité du nitrate (NO_3^-) dans le sol contrairement aux aires non pâturées.
- L'association trèfle et pâturage permet une plus grande minéralisation de N en NH_4^+ et NO_3^- grâce à la minéralisation rapide de l'urine des animaux.
- Les aires non pâturées ont tendance à présenter une plus grande quantité de matériel sénescé avec une relation C/N plus élevée que dans les aires pâturées. Aussi, une plus grande quantité de N sera nécessaire aux microorganismes pour dégrader les pailles en couverture du SCV du maïs, créant ainsi une compétition avec les besoins de ce dernier.
- Avec ou sans fertilisation en hiver, les rendements de maïs sont plus importants sur les aires pâturées que celles non pâturées. Il semble que le pâturage favorise le recyclage plus rapide du N appliqué avec des teneurs en N minéral plus élevées que sans pâturage. Toutefois, sans fertilisation en hiver, les rendements de maïs sont supérieurs lorsque les aires ne sont pas pâturées. Ainsi, sans fertilisation, le pâturage est plus un facteur de dégradation du système plutôt qu'un facteur d'intensification de l'usage de N.
- La productivité de grains de maïs est la résultante de la quantité de matière sèche accumulée durant la période de repos du pâturage. Comme nous l'avons vu plus haut, cette quantité de matière sèche est déterminée par la dose de N appliquée en hiver et l'effet du pâturage sur le rapport C/N de la matière sèche.
- Le maïs qui a reçu 300 kg de N en hiver ne répond pas à l'application de N en été. Cela montre l'effet résiduel de l'application de N en hiver.

Ces résultats sont très intéressants puisqu'ils font la liaison entre notre étude et les effets de l'intégration agriculture-élevage sur le rendement des cultures suivantes. On retiendra qu'une **fertilisation adéquate de la plante de couverture en hiver** permet d'une part **d'élever la production de matière sèche après le pâturage** et que celle-ci a un **effet résiduel marqué sur le rendement en grain** du maïs sous l'effet de la minéralisation plus rapide due au pâturage.

Oliveira (2000) donne des résultats similaires sur la production de maïs et de soja après un pâturage. Ces données présentées au **tableau 20** ont été recueillies lors d'une conférence donnée à l'Université d'agronomie de Ponta Grossa.

Tableau 20 : Rendement du maïs et du soja sur des alres pâturées et non pâturée, IAPAR-Palotina, 2001.

Cultures	1993/ 1994		1994/1995	
	Pâturée	NON pâturée	Pâturée	NON pâturée
Maïs après avoine + vesce (kg/ ha)	6903	6314	8254	7376
Soja après avoine + vesce (Kg/ ha)	2699	2180	3541	3323

Ces résultats (**tableau 20**) montrent des différences de rendement importantes dues à l'effet positif du pâturage et de l'association graminée-légumineuse sur les cultures suivantes.

Oliveira propose aussi des **rotations culture-pâturage de trois années** avec des espèces pérennes en couverture afin de permettre une régénération plus importante des sols. Cela constitue une piste supplémentaire d'intégration entre l'agriculture et l'élevage.

Aussi, avant de conclure cette étude sur l'intégration agriculture-élevage, nous souhaitons envisager quelques voies d'amélioration des systèmes de production que nous avons rencontrés, voies d'amélioration qui ont été validées lors de la présentation de notre étude aux chercheurs du IAPAR et de l'Université d'Agronomie de Ponta Grossa.

Photo 12 : Pénétrromètre à lecture directe, utilisé sur les parcelles après pâturage.

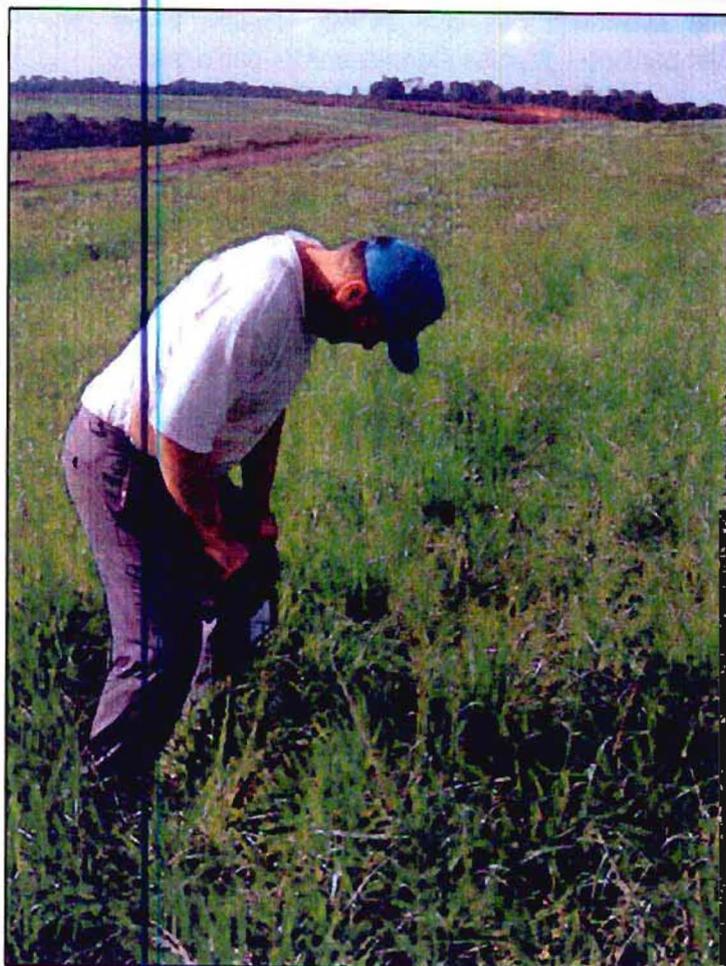


Photo 13 : Essai du pénétrromètre par le producteur afin qu'il constate par lui-même les niveaux de compaction de sa parcelle.

Voies d'amélioration de ces systèmes de production

- Augmentation du stock de maïs ensilage produit par les groupes **I et II** grâce à une augmentation des surfaces cultivées ou une amélioration de la productivité (variétés alternatives de maïs permettant une double spéculation en grain et en production de fourrage). En effet ces producteurs cultivent indifféremment la même variété pour l'ensilage ou la production de grain.
- Augmentation de la productivité des prairies naturelles grâce à un semis de nouvelles espèces avec une fertilisation adéquate.
- Adoption de la variété de *milheto* « Comum » afin d'éviter de devoir utiliser le scarificateur pour le semis (reproduction de la semence et commercialisation)
- Fertilisation de *Brachiaria plantaginea* pour diminuer les apports en ensilage et permettre un retrait des animaux plus précoce (nourris à l'ensilage de maïs) particulièrement pour les groupes **I et II**.
- Utilisation de variétés de **maïs précoces** afin de réduire les risques sur le rendement d'un maïs semé tardivement
- Collecte, traitement des effluents animaux avec de la sciure par **compostage et épandage** grâce à l'appui à la création d'association de producteur pour acheter du matériel en commun.
- La création d'un **groupement de producteurs** permettrait par la même occasion de pouvoir négocier les prix des intrants, le concentré particulièrement en faisant des achats groupés.
- Des alternatives comme les résidus d'orge de brasserie peuvent être expérimentés afin de diminuer les coûts en aliments extérieurs des groupes les moins capitalisés.
- **Etude plus étendue sur la compaction des sols** de manière à montrer aux producteurs dont les sols ne sont pas ou peu compactés qu'il existe des alternatives en adaptant un outil simple sur leur semoir pour décompacter en superficie leur parcelle pâturée. Dans un second temps cette démonstration permettrait d'envisager une diminution des chargements d'animaux par une extension des pâturages sur le parcellaire, en particulier pour les exploitations de petite taille.

B. CONCLUSION

Le développement du SCV dans l'Etat du Paraná et particulièrement dans notre région d'étude doit son importance aux bénéfices que ce système de culture procure en termes de temps de travail et de lutte contre l'érosion. Aussi, après une quinzaine d'années de pratique, les agriculteurs ont pris conscience de l'importance de maintenir une biomasse suffisante en période hivernale afin de pérenniser cette technique.

L'étude que nous avons réalisée montre que globalement les modalités de gestion de la biomasse permettent de maintenir ce type de système de culture tout en intégrant l'élevage laitier dans le système de production. Toutefois, grâce à l'utilisation du concept de « fonction parcellaire », nous avons pu mettre en évidence que cette gestion de la biomasse s'accompagne d'une séparation territoriale des activités d'élevage et des surfaces cultivées.

L'attribution par les producteurs de fonctions parcellaires différenciées révèle en réalité leur perception des deux activités. En effet, si elles apparaissent complémentaires sur le plan économique, elles sont selon eux antagonistes du point de vue agronomique. Cette incompatibilité est le principal fait d'une perception exagérée de l'effet de la compaction des sols par le piétinement des animaux au pâturage. Ainsi, on observe un retrait progressif des animaux des parcelles cultivées après plusieurs années « d'intégration » de l'élevage laitier dans ces systèmes de production, pour arriver à un système d'élevage semi-confiné sur des parcelles allouées à la production alimentaire du troupeau.

Or, d'une part, l'étude a démontré que l'effet de compaction par les animaux demeure très superficiel et techniquement assez simple à résoudre. D'autre part, le contexte économique de la production de lait ne semble pas favorable à l'évolution des systèmes d'élevage vers des systèmes intensifs dit semi-confinés au sein desquels le prix du lait ne couvre plus les coûts fixes de production devenus trop importants (matériel, bâtiment).

L'intégration agriculture-élevage pourrait être conduite selon des systèmes d'élevage plus extensifs afin de mettre à profit les mécanismes de synergie du troupeau sur chaque parcelle. Ceci implique des conditions et des modalités de pâturage adaptées de façon à ne pas compromettre la production de biomasse pour réaliser le SCV des cultures. La gestion des pâturages et plus globalement de l'alimentation hivernale serait ainsi améliorée par une augmentation des surfaces pâturables en relation avec une diminution de la pression animale et par conséquent de la compaction. Sans remettre en cause les systèmes établis, cette évolution assurerait pour le moins une marge de sécurité pour les plus petites exploitations lors des années les plus défavorables en terme de production fourragère.

Cette intégration pourrait être encore plus efficace en améliorant la fertilisation des parcelles fourragères en hiver, ce qui, combiné à l'effet positif du pâturage permettrait un gain significatif de productivité des cultures implantées en SCV. Dans de telles conditions, tous les facteurs semblent réunis pour accroître la durabilité agronomique des systèmes associant l'élevage et les SCV, dans lesquels le maintien de la fertilité doit tenir compte des exportations réalisées au pâturage.

Si cette étude montre un exemple intéressant de forme d'intégration de cultures annuelles en SCV avec de l'élevage laitier sur pâturage annuel, d'autres formes d'intégration sont encore à explorer. En effet, des chercheurs du IAPAR mettent au point des modèles d'intégration avec des pâturages pérennes en

rotation sur 3 ans avec des cultures en SCV. D'autres chercheurs optent plutôt pour une intégration externe de l'agriculture avec l'élevage dans laquelle la production de biomasse pour l'agriculture est en partie destinée à l'élevage et en retour l'activité d'élevage fournit une fertilisation organique à l'agriculture. Cette forme d'intégration à l'échelle de plusieurs exploitations permettrait à l'élevage d'augmenter ses chances de développement car il n'y aurait plus de compétition pour l'allocation du foncier au niveau d'une même exploitation et cette organisation permettrait un meilleur contrôle des quantités de biomasse exportées. Ces différents exemples de compatibilité de l'élevage avec des systèmes de cultures en SCV permettent d'envisager le développement des SCV sur des terrains et dans des contextes variés que l'on peut retrouver dans beaucoup de systèmes agraires sur le globe.

Toutefois, il est à souligner que nous n'avons pas mis en évidence d'incompatibilité entre l'élevage et les SCV à l'échelle du système agricole car chaque propriété est physiquement délimitée et qu'il n'existe pas de pratiques pastorales comme la vaine pâture ou les parcours collectifs.

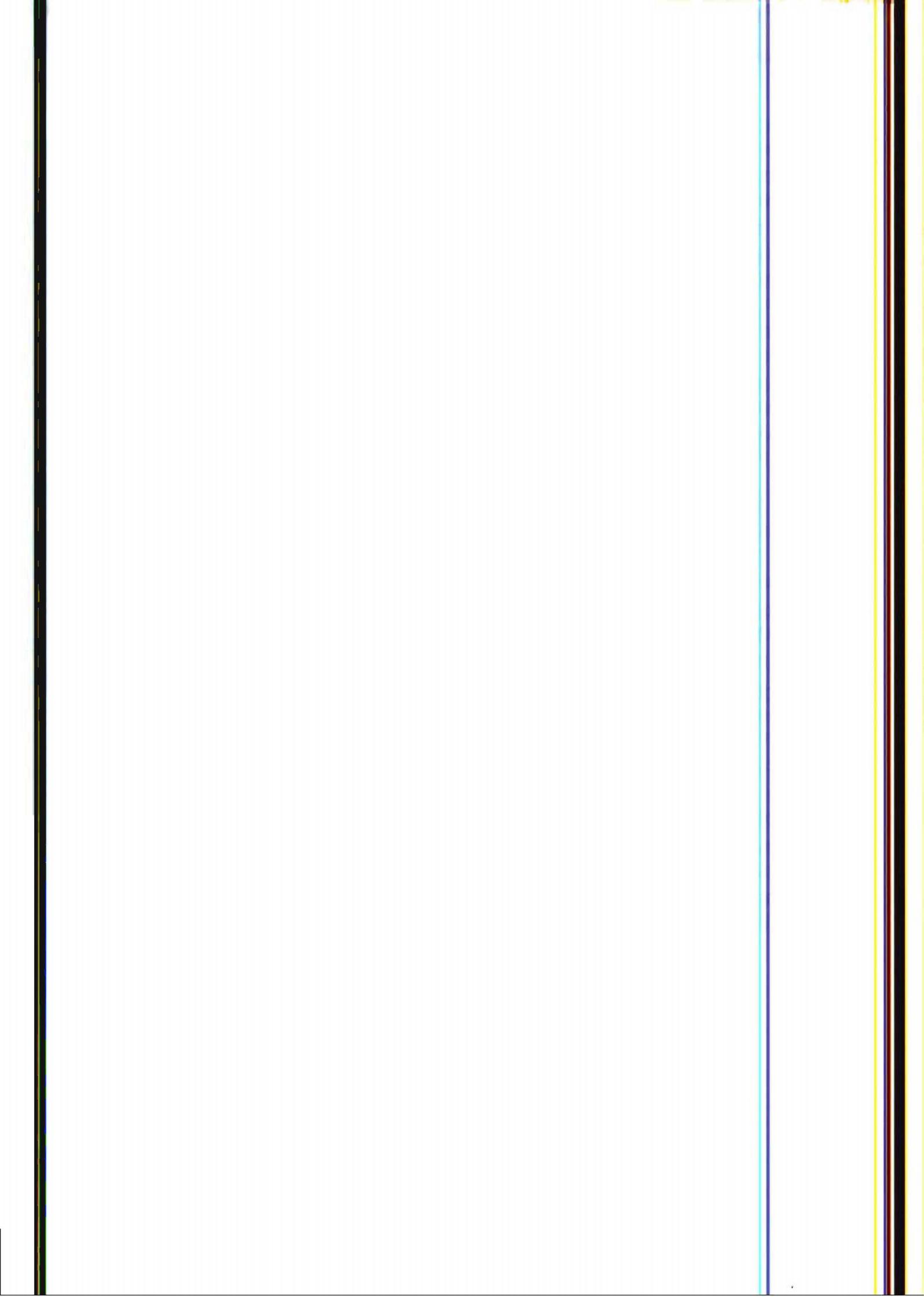
Ainsi, dans les systèmes agraires, notamment africains et malgaches où existe ce type d'organisation foncière, il est important de considérer une échelle de l'intégration agriculture-élevage englobante et supplémentaire qui est celle du terroir. A cette échelle, l'intégration de l'élevage et des SCV suppose donc de mettre en place une réglementation permettant de réguler l'accès au foncier.

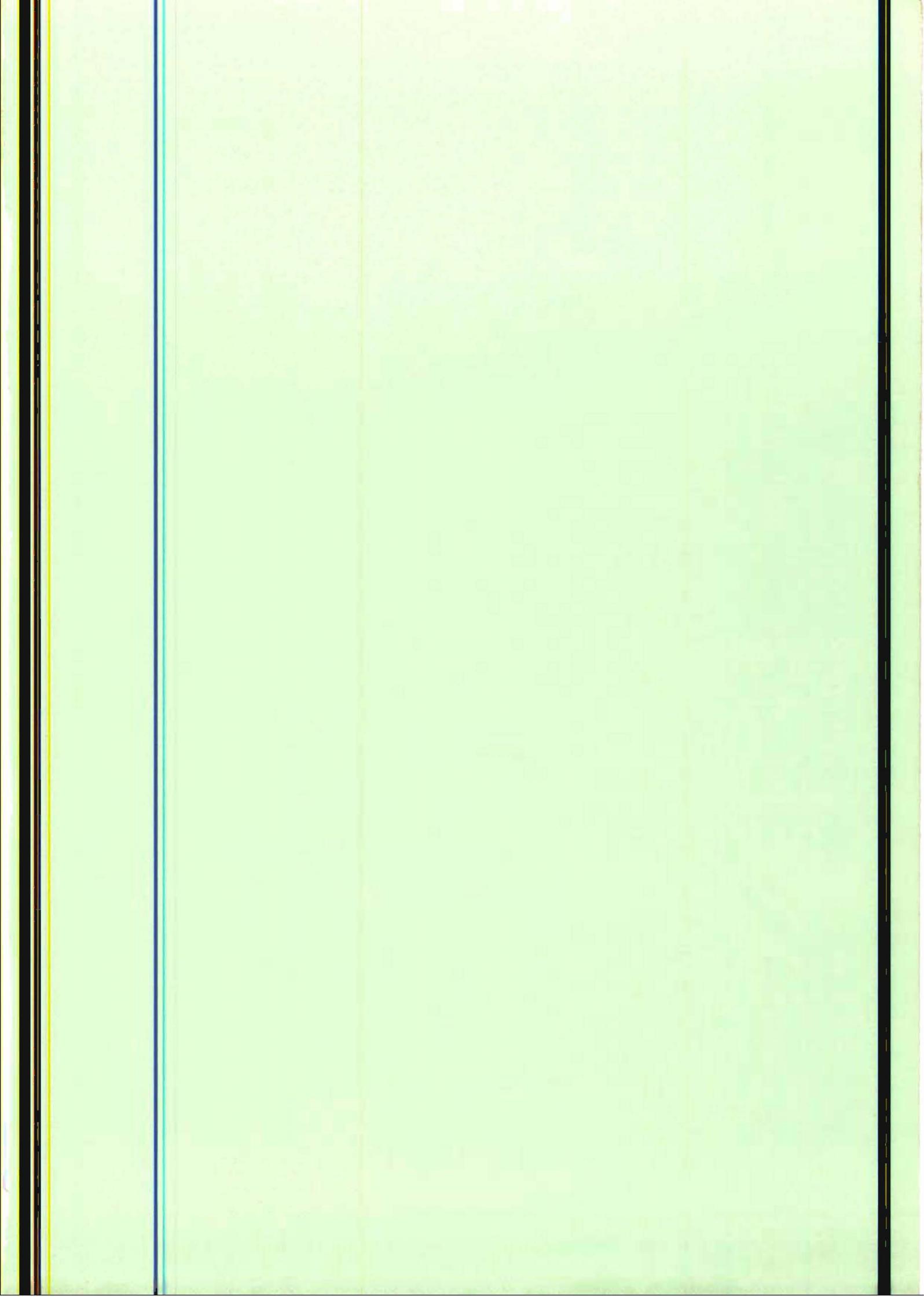
BIBLIOGRAPHIE ET OUVRAGES DE REFERENCE

- ASSMANN T.S. 2001. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogenio. Tese de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná. 60p.
- BONNAL. P et Al, 1992; "Les petits et moyens producteurs du Municpe de Silvania –Etat du Goiás Brésil » ;caractéristiques générales et typologie des exploitations agricoles. Département des systèmes agroalimentaires et ruraux CIRAD-SAR n°45a/92. 73 p.
- BOUSQUET E., HOLVECK S., 1996. Interactions homme-sol sur le bassin versant du bandeirantes do Norte (Paraná- Brésil). Contribution à l'étude des relations entre systèmes pédologiques et systèmes agraires en vue d'une gestion durable de la ressource sol. Mémoire Esat –Cnearc, Montpellier. 104 p. dactyl.
- BRESSAN M. 2001. Saldas para pequena produção de leite no Brasil , www.embrapa.gov.br . 4p.
- CARDOSO M. J., FROTA A. B., MELO F. B. 1993. Avaliação economica do efeito residual da adubação verde em sistemas de cultivo. In Anais, I encontro Latino Americano sobre Plantio Direto na pequena propriedade pp 131-140
- CF Article Julio Cesar SALTON e Armindo Neivo KICHEL, pesq Embrapa-Ctao, 1994. *Milheto*, uma alternativa para cobertura do solo, alimentação animal, 4p. [www. ??? ?](http://www.????)
- CIRAD-CA.SEGUY L, 2001. Démarche en agroécologie. Cd Rom - Séminaire SDCV Madagascar, 2000
- CONSALTER M. ^a S. 1998. Sistema integrado lavoura-pecuária e compactação em Latossolo Bruno. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Agnomia UFPR Curitiba, 1998. 95p.
- DAROLT et Al, 1998. Plantio direto - pequena propriedade sustentável. Circular n°101, maio 1998. Ed IAPAR, Londrina, Paraná, Brasil, 255p.
- DARRE J.P., 1985. « La parole et la technique. L'univers de pensée des éleveurs du Ternois ». Paris, Ed. L'Harmattan, Collection Alternatives paysannes, 196p.
- DAVERAT M., 1996. L'impact des pratiques culturales sur la dégradation des sols. Exemple du bassin versant élémentaire d'Água Grande et du Pensamento, Mamborê, Paraná, Brésil. Mémoire Esat – Cnearc, Montpellier, 54 p. dactyl.
- DE MOARES ^a LUSTOSA S.B.C. Efeito do animal sobre as características do solo e a produção da pastagem. Simpósio sobre avaliação de pastagens com animais, Universidade Estadual de Marigá – Paraná – Brasil, 1997. pp 129-149.
- DE MOARES A. LESAMA M.F. ALVES S.J, 2001. Lavoura-pecuária em sistemas integrados na pequena propriedade, anibalm@agrarias.ufpr.br, UFPR-Curitiba, 18p.
- DERPSCH R. CALEGARI A, 1992. Plantas para adubação verde de inverno. Circular N°73, junho 1992, IAPAR – Londrina-PR. 74p.
- DERPSCH, R. et al. 1991. Controle da erosao no Paraná, Brasil : Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo. GTZ IAPAR, Eschborn. 272 p.
- DOS SANTOS RIBEIRO F. et al, 2000. From conventional to no-tillage systems : the transition to conservation agriculture for smalls farms in the southern Brazilian state of Parana. IV World Bank Study Tour to Brazil, November, 6 to 15 2000. 24p.

- DOUNIAS I., 2001. Démarches d'aide à la décision. Cours de Master DAT-AGIR. UV 211, 15-01-01.
- DOUNIAS, I. 2001. Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales. Synthèse bibliographique, CNEARC- CIRAD-CA. Etudes et Travaux n°19, Montpellier France. 139 p
- DURU M, 2000. Le volume d'herbe disponible par vache : un indicateur synthétique pour évaluer et conduire un pâturage tournant. INRA Production Animale n°13, 2000. p325-336.
- EMBRAPA, 1975. Sistemas de pruçãõ, bovinacultura de leite. Circular n°58, 1° Volume, Paraná – Região Sul, septembre 1975, Curitiba, Brasil. 64p.
- III Encontro Latino Americano sobre plantio direto na pequena propriedade, 1998. Cd-rom. Pato Branco, Paraná, Brasil.
- FIGUIE M.,2001. « la construction sociale d'un savoir sur la dégradation des ressources naturelles : le cas des pâturages dans les exploitations agricoles familiales de la commune de Sivânia au Brésil ». Thèse. 325 pages photocopiées.
- FILIPPSEN L.F. PELLINI T, 1999. Cadeia productiva do leite. Documento 19, abril 1999, IAPAR-Londrina PR Brasil. pp 54-55.
- FLEURY Ph, DUBOEU F., JEANNIN B., 1995 ; « Un concept pour le conseil en exploitation laitière : le fonctionnement fourrager » ; Fourrage n°141, pp 3-18.
- FLEURY Ph. DUBEUF B. JEANNIN B, 1995. Un concept pour le conseil en exploitation laitière : le fonctionnement fourrager. Programme de Recherche-Développement Alpes du Nord, Fourrages n°141, 1995. pp 3-18.
- GARCIA AS J. P, 1995. Utilização da aveia na alimentação animal. Circular N°87, março 1995, IAPAR-Londrina-PR. 19p.
- GLO J., 1995. Le système maïs-élevage dans deux région de l'état de Jalisco, Mexique : typologie, fonctionnement et discussion sur l'adoption de la technique de semis direct avec pailis de résidus. Mémoire Cnearc-Esat 1. 166 p dactyl.
- GLOBORURAL. Geração do futuro (os 25 anos do plantio direto) - ano 16, n°183, Janeiro 2001. pp 44-46.
- GOMES, J. 1991. Parametros ambientais e epoca de sementeira. In A cultura do milho na Paraná, Iapar circular n°68, outubro 1991. Ed. IAPAR, Londrina , Brasil, pp 51-61.
- HARRIVEL V. 2001. Le semis direct et l'élevage : concurrence ou complémentarité ? Etude des relations agriculture-élevage à Madagascar. Mémoire esat-Cnearc, Montpellier. 116 p. dactyl.
- HOCDE H., 2000. Ninguém consegue assobiar uma sinfonia Necesita-se de uma orquestra para executá-la (primera version). Mission d'appui au Programme Systèmes de Production du IAPAR, projet « Agriculteurs-expérimentateurs ». Brésil, 2-13 mai 2000 .
- IAPAR, 1991. A cultura do milho no Paraná. Circular n°68, Outubro 1991. Londrina, Parana, Brasil. 270 p.
- IVARIS Jr, 2001. Mestiças Jersey com Holandês : o que são capazes, mensuel Balde Branco, août 2001. pp 32-34.
- JOUE P. , Le diagnostic agronomique préalable aux opérations de recherche-développement. Les cahiers de la recherche-développement n°3-4, 1984, pp 67-75.
- KOEHLER J.C, 2000. Caracterização da bovinacultura de leite no Estado do Paraná. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB, Curitiba, 2000. pp 27-29.

- MACHADO L. ^a Z, 2000. Aveia : forragem e cobertura do solo. Coleção Sistema Plantio Direto, Embrapa Agropecuária Oeste , Dourados MS, 2000. 15p.
- MERTEN G. H, 1994. Manejo de solos de baixa aptidão agrícola no Centro-Sul do Paraná. Circular N° 84, novembro 1994, IAPAR - Londrina- PR. 111p.
- MICOS O., 1999. Caractéristiques agraires du Paraná et conditions d'adoption des systèmes de viculture en semis direct et couverture végétale. Mémoire Esat 2 Cnearc. 105 f. dactyl.
- OLIVEIRA E. 2000. Recuperação de pastagens no Noroeste do, Paraná, Bases para plantio direto e integração lavoura-pecuária. Ano XVII, n° 134, IAPAR - Londrina, 2000. pp 71-76.
- OLIVIER D., 2000. Analyse de l'adoption du système de culture avec semis direct sous couverture végétale (SDCV) au lac Alaotra, à Madagascar. Mémoire Esat –Cnearc, Montpellier. 91 p.
- PALMANS B., VAN HOUTDT E., 1998. Effets des systèmes de culture sur la dégradation physique du sol et sur son évolution pédologique (Paraná, Brésil). Mémoire Esat-Cnearc, Montpellier, 138 p. dactyl.
- PASSINI J.J, 1995. Desenvolvimento da bovinocultura de leite na região de coleta da Cooperativa CLAC. Relatório de projeto de apoio ou desenvolvimento, IAPAR- Programa sistemas de Produção. 31p.
- PAVE, J. 1998. Tópicos sobre controle de plantas daninhas. Revista Plantio direto, Ed. 47, Setembro/Outubro de 1998. Passo Fundo – RS. pp 21-24.
- PIROT R.,2001. Les matériels de semis direct chez les petits agriculteurs dans le Sud du Brésil. Séminaire Madagascar sur le semis direct, mars 2001 ; 7p.
- POSTIGLIONI S. R, 1997. Produção animal em pastos de Hemátria nos campos gerais do Paraná. Boletim técnico N° 53, fevereiro 1997, IAPAR – Londrina-PR. 15p.
- PRODUTOR PARMALAT, 1997. A vez do rebanho. Ano 1 – n°4, junho de 1997. pp 30-34.
- RACHOU M., 1997. Semis direct en traction animale dans l'Etat du Paraná- Brésil. Motivations, limites et répercussions quant à l'adoption de cette technique par les petits agriculteurs du Sud de l'Etat. Mémoire Eitarc-Cnearc. 115 f. dactyl.
- RELACO Rede latino americana da agricultura conservationista, 2001. Cd-rom. Brasil.
- ROLLIN D., 2000. Diffusion des systèmes avec couverture végétale (SCV) : quelques réflexions à partir de l'expérience du Cirad. Cd Rom - Séminaire SDCV Madagascar, 2000.
- SALTON J. C, KICHEL N., 1994. *Milheto*, uma alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. Embrapa Gado de Corte, Resumos, Florianópolis : SBCS. Pp 248-249.
- SCHERER E. E, 2000. Adubação orgânica, ajuda a derrubar o custo da lavoura. EPAGRI, Chapeco. Revue Batavo n° 105, 2000. pp 36-38.





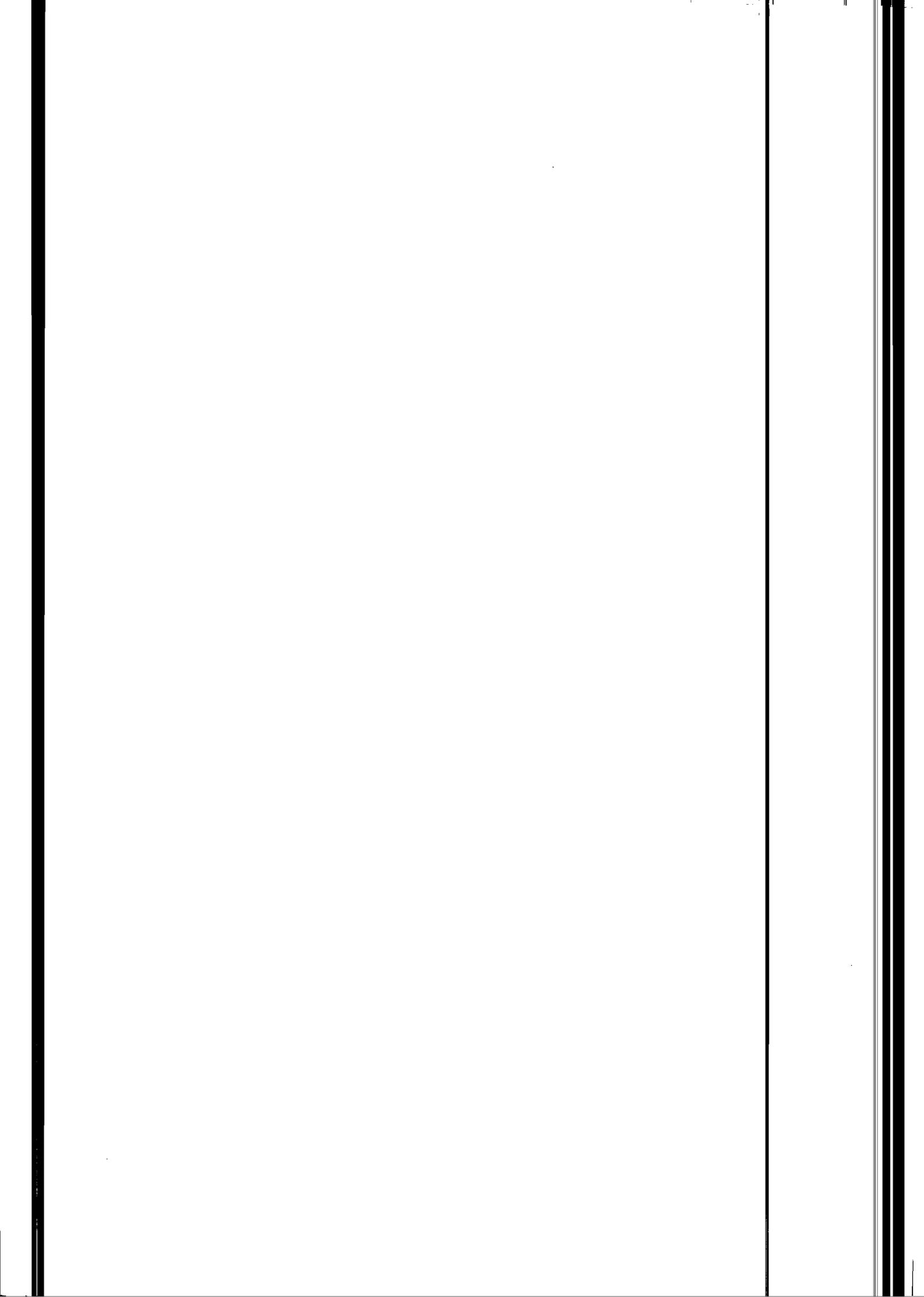
Les pratiques et leurs finalités	Les composantes du fonctionnement fourrager qu'elles permettent d'identifier
Objectif de production et fonctionnement d'exploitation	
<ul style="list-style-type: none"> Après une phase de progression, la production laitière de 4 900 l par vache est jugée satisfaisante par l'éleveur. Il n'y a pas d'achat de fourrage store qu'il y a des achats d'engrais. La chaîne de récolte est récente avec séchage en grange et faucheuse-conditionneuse. Pas d'activités annexes. Lait livré à une coopérative, pas de transformation à la ferme. Troupeau laitier sédentaire. 	<ul style="list-style-type: none"> Intensification laitière. Autonomie fourragère. Activités annexes, transformation et commercialisation de la production imposent peu de contraintes dans la gestion des surfaces.
Troupeau et stratégie de conduite	
<ul style="list-style-type: none"> Vélagés groupés, de septembre à novembre. A l'avenir, l'éleveur souhaite un étalement plus important. Il y a 20 vaches, les rations individuelles sont raisonnées suivant la production. La distribution de concentrés est de 900 kg à 1 VVL suivant les années. 7 à 8 génisses élevées par an. Elles sont conduites par lots. Il n'y a ni achat, ni mise ou prise en pension d'animaux. La préparation avant vélage est importante pour les vaches et les génisses. Observation fréquente de l'état des animaux. 	<ul style="list-style-type: none"> Production de lait d'hiver. Nécessité d'une alimentation de qualité pour les vaches en hiver, mais aussi en pâture du fait du projet d'étaler la production. La distribution de concentrés reste modeste, la ration de base hivernale est donc de qualité. Plusieurs lots d'animaux à besoins différents. Suivi rapproché des troupeaux ayant une influence dans l'affectation des surfaces.
Territoire, structure et stratégie de conduite	
<ul style="list-style-type: none"> Autour de l'exploitation, l'éleveur pratique une fauche précoce (se dit prêt à faucher dès le 20 mai) et réalise 3 coupes par an sur certaines parcelles. La fertilisation est élevée : prend du lisier chez le voisin, engrais (N,P,K) dans les pentes. Des parcelles extensives (pas de fertilisation ni d'entretien) éloignées sont utilisées pour les génisses et les vaches laitières. 	<ul style="list-style-type: none"> Intensification des surfaces autour des bâtiments. Utilisation de surfaces à moindre coût pour compléter le pôle intensifié.
Dispositifs de régulation et périodes clés	
<ul style="list-style-type: none"> en mai, maintien des génisses pour finir le déprimage des fauches avant de les mettre dans leurs parcelles, même si l'herbe y est haute. en mai et juillet, suivant l'état de l'herbe, ajustements entre surface de pâture des laitières et parcelles de fauche. en juillet, achats de foin sur pied (location verbale pour 1 coupe, à faible prix) plus ou moins importante pour compléter le stock. en août, tarissement précoce pour décharge des pâtures des laitières, fin septembre et octobre distribution de maïs fourrage vert. 	<ul style="list-style-type: none"> La mise en place de la gestion de la croissance de l'herbe a pour objectif de sécuriser la constitution d'un stock de qualité (étalement des dates optimales de fenaison par déprimage). De nombreux dispositifs en été et en automne, permettent de s'adapter aux conditions de pousses de l'herbe des pâtures sous dimensionnées pour privilégier la fauche.

TABLEAU 2 : Pratiques agricoles et fonctionnement fourrager dans une exploitation des Alpes du Nord.

Objectif de production	Intensification laitière et production régulière de lait sur l'année sauf en juillet et août. Autonomie fourragère																									
Stratégies de conduite	sélection sur production laitière, vélagés septembre à novembre																									
Aliments extérieurs, compléments pour laitières	Concentrés	Concentrés suivant la P. laitière individuelle																								
	Soudure automne avec maïs fourrage vert, 0,5 ha																									
Ancrage du territoire en fonction des parcelles	Fpat5	A manger et pas d'épines (6 à 20 km, 25ha)																								
	Ffoin1	Du foin dans le grange (5 à 10 km, 1 à 4 ha)																								
	Ffoin5	Du foin pour le lait sinon rien : (2 à 5 km, pente faible, 4 ha)																								
	Ffoin4	Du foin pour le lait : (0 à 1 km, 4 à 6 ha)																								
	Fpat1	Le troupeau ne doit pas attendre l'herbe : (0 à 1 km, 8 à 10 ha)																								
Périodes clés	<table border="1"> <tr> <td>M</td><td>A</td><td>M</td><td>J</td><td>Jt</td><td>A</td><td>S</td><td>O</td><td>N</td><td>D</td><td>J</td><td>F</td> </tr> <tr> <td></td><td>mise en place gestion herbe</td><td>Fenaison</td><td>croix d'herbe sur pâtures V.L.</td><td></td><td></td><td>fin de saison pâture</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>		M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	J	F		mise en place gestion herbe	Fenaison	croix d'herbe sur pâtures V.L.			fin de saison pâture					
M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	J	F															
	mise en place gestion herbe	Fenaison	croix d'herbe sur pâtures V.L.			fin de saison pâture																				
Dispositifs de régulation	<table border="1"> <tr> <td>début mai : maintien génisses sur Ffoin4 pour finir le déprimage</td> <td>↑</td> <td>mai et juillet : suivant état herbe élargissement ou réduction entre Fpat1 et Ffoin4</td> <td>↑</td> <td>juillet : augmentation des achats de foin sur pied, fonction Ffoin1</td> <td>↑</td> <td>août : tarissement pour décharge Fpat1 à Fpat5</td> <td>↑</td> <td>octobre : apport maïs vert +/- important</td> </tr> </table>		début mai : maintien génisses sur Ffoin4 pour finir le déprimage	↑	mai et juillet : suivant état herbe élargissement ou réduction entre Fpat1 et Ffoin4	↑	juillet : augmentation des achats de foin sur pied, fonction Ffoin1	↑	août : tarissement pour décharge Fpat1 à Fpat5	↑	octobre : apport maïs vert +/- important															
début mai : maintien génisses sur Ffoin4 pour finir le déprimage	↑	mai et juillet : suivant état herbe élargissement ou réduction entre Fpat1 et Ffoin4	↑	juillet : augmentation des achats de foin sur pied, fonction Ffoin1	↑	août : tarissement pour décharge Fpat1 à Fpat5	↑	octobre : apport maïs vert +/- important																		

 pâture génisses et vaches tarées F Foin
 pâture vaches laitières R Regain ou 3ème cycle

FIGURE 2 : Représentation du fonctionnement fourrager de l'exploitation présentée tableau 2.



Annexe 2 : Plantes de couvertures

Production de grains : semis entre le 15 juin et le 15 juillet. Il faut éviter le gel (fréquent en juin et juillet) *après la floraison* car cela ferait avorter les grains.

Production d'Adubo verde : Semis des PdC avant le 15 juin. On ne craint pas le gel.

Remarque : le **coût des semences** d'engrais vert représente un réel problème pour les agriculteurs familiaux et constitue un des freins à l'adoption. Il est important que les agriculteurs apprennent à produire leurs semences afin de faire baisser les coûts du SDCV.

Ervilhaca : 1.35 à 1.50 Reais / kg très chère 1 kg = 4 à 5 litres de lait. Supporte pas le piétinement, doit être coupée (donc petite exploitation avec MO ou plus grand troupeau mais machine à couper les fourrages).

Azevem : 75 Ctv\$/ kg (prix de vente chez Anila, cité par Renato)

Aveia : moins cher encore.

Densité de semis de aveia et ervilhaca beaucoup plus importante que celle d'azevem.

Mélange Céréale – légumineuse :

Le choix de telle plante de couverture doit prendre en compte, non seulement ses caractéristiques d'amélioration des propriétés biophysiques du sol mais aussi sa vitesse de dégradation (durée de la protection du sol) et donc son rapport C/N.

Il est élevé pour l'avoine (beaucoup de C, peu de N) et faible pour la vesce (beaucoup de N et peu de C) qui est ainsi plus vite minéralisée.

Selon Dacio, 15 à 20 après un passage de rolo-faca sur vesce il ne reste plus de biomasse, d'où l'importance des mélanges céréale – légumineuse.

Les rôles de la couverture végétale :

Plantas para abudacao verde de inverno : Derpsch et calegari, Iapar circular 73, pp 70 –73

Plantio direto, pequena propriedade sustentavel, Iapar Circular 101 pp76-79

- Décompactation du sol : après 8 à 10 ans de SDCV plus besoin de scarificateur, décompacteur, la plante de C joue ce rôle.
 - o Maïs, blé, riz : ne décompactent pas le sol
 - o Guando (++) , navet fourrager (racine pivotante : profondeur de 30 à 40 cm) soja, lupin : décompactent

- Paille conserve l'humidité, évite la formation d'une croûte superficielle, lutte contre les MH

1. <i>Aveia preta (avoine) Avena strigosa</i>	3
2. <i>Centeio (seigle) Secale cereale L.</i>	6
3. <i>Azevém (Ray Grass d'Italie) Lolium multiflorum Lam.</i>	6
4. « <i>Papuã</i> » ou <i>Capim-marmelada, Brachiaria plantagina</i>	8
5. <i>Capim elefante (herbe éléphant) Pennisetum purpureum</i>	8
6. <i>Ibida ? (herbe d'Afrique)</i>	8
7. <i>Ervilhacas pelluda – Vicia villosa et comum – Vicia sativa (Vesce)</i>	8
8. <i>Feijão Guandu (cajanus cajans)</i>	9
9. <i>Crotalaria (légumineuse ?)</i>	9
10. <i>Nabo forrageiro (navet fourrager)</i>	9
11. « <i>Bernerá</i> »	9
12. « <i>Seralia</i> » = <i>Chardon</i>	9

GRAMINEES

Aveia preta (avoine) Avena strigosa

- **USAGE :** Alimentation animale (non humaine) et plante de couverture conduite comme un engrais vert, en couverture morte en SDCV.
En plante de couverture, elle offre rapidement (**développement initial rapide**) une bonne protection du sol en plus d'améliorer significativement ses caractéristiques physiques. Résistante aux maladies et au piétinement.
- **ASSOCIATION :** azevem, centeio, ervilha forrageira, ervilhaca, serradela, trevo vermelho, trevos subterrenos, etc.
Dans la mesure où l'avoine présente un **développement intermédiaire** par rapport au seigle (+ précoce) et au RGI (+tardif mais pâturable plus longtemps) (Garcia Sa, 1995) il est possible de faire un mélange des trois espèces (pratique commune dans le Sud, mais selon Dacio, peu de personnes font ça à Irati, les animaux préfèrent manger les jeunes pousses d'azevem que le seigle Qui va alors faire des grains) ou de mélanger des légumineuses dans les proportions suivantes :
 - a) Avoine noire + azevem + centeio (40 – 10 – 30)
 - b) Avoine noire + azevem + ervilhaca (50 – 10 – 30)
 - c) Avoine noire + trevo vermelho (50 + 5)
- **BOTANIQUE :** Famille des graminées. Annuelle, cespiteuse, racines de type fasciculées, résistante à la sécheresse. Tiges érigées, cylindriques sans poils. Inflorescences en panicule. **Cycle varie de 140 à 190 jours.** Floraison à 160 j.
- **EXIGENCES DE SOL ET CLIMAT :**
 - o Cultivée depuis le niveau de la mer jusqu'à 1300 m d'altitude.
 - o La sécheresse et chaleur dans les jours qui précèdent l'émergence de la panicule engendrent des grains secs et pendant la floraison et phase de maturation, des grains légers et beaucoup d'épillets vides (espiguetas).
 - o Elle supporte de longues périodes d'étiage dans la phase initiale et récupère sa croissance après la pluie
 - o Pendant la maturation elle exige de hautes températures et une faible humidité (coloration foncée du grain si pluie après maturation).
 - o SOLS : moins exigeante que le blé, l'orge (cevada), le seigle et le RGI. Produit bien dans tous les types de sols, préférant les sols légers, perméables, bien drainés, fertiles et contenant une quantité importante de MO.
 - o Selon Derpsch et Calegari (1985)¹ l'avoine noire préfère cependant les sols argileux, elle est plus rustique, que la jaune et blanche, en termes de fertilité et résistance à la sécheresse et moins sensible à l'acidité du sol que le blé : bonne végétation à pH entre 5 et 7.
 - o L'azote stimule la formation d'un plus grand nombre de panicules et semences.
- Par rapport aux autres avoines, capacité de reproduction meilleure, semences plus petites.
- **CARACTERISTIQUES INTRINSEQUES :**
 - o entre 12 et 15% de protéines (10,31)
 - o PMG = 12-18 g
 - o 2 mois pour servir de fourrage (beaucoup plus pour l'azevem)

¹ Cités par MONEGAT.

- 3,5 et 7 tonnes de MS aérienne / ha (15 et 45 t de MB) et env. 3 tonnes de MS racinaire
 - La **digestibilité**, est de 80 % au stade feuille, 70% au stade bouton floral, 60% au stade de formation des grains et 50 % à la floraison. Le **rendement en matière sèche** varie en sens inverse et augmente de 0,5 t/ha au stade bouton floral à 2 t/ha au stade floraison.
- Avec le temps, le **taux de protéines, de minéraux** et le pourcentage de feuilles diminue pendant que les fibres et la proportion de tiges augmentent (Blaser, 1988 cité par Garcia As, 1995).

- ITK

- *Préparation du sol et semis*
 - En général, la correction d'acidité du sol et l'apport d'engrais sont faits pour la culture d'été.
 - Dans la majorité des endroits où elle est cultivée, l'avoine nécessite du nitrogène en couverture (30 à 40 kg / ha) 30 jours après l'émergence des plantules (40 JAS) et après chaque coupe ou pâturage.
 - semis entre le 15 juin et le 15 juillet pour production de semences et plus tôt à partir de mars pour une couverture végétale.
 - Implantation conventionnelle (araçao et un ou deux gradagens), minimum (1 ou 2 gradagens), scarification ou semis direct.
 - Semis en ligne (écart 20 cm, 60 kg/ ha) ou au lancé (30 à 50 % de plus de semences, soit ?) profondeur de semis = 3 / 4 cm
 - Pour la production de semences : écart entre lignes de 30 à 50 cm et 40 à 50 kg / ha de semences.
 - Normalement la cueillette est mécanique et produit 500 à 1000 kg/ha.
 - Espèce rustique, pas de traitement cultural ou phytosanitaire
 - Efficace et économique pour la maîtrise des adventices « folhas largas »
- *Gestion et récolte*
 - si plante de couverture, passage du rouleau « faca » à environ 120-160 JAS (stade grain laiteux) pour une hauteur comprise entre 80-130 cm
 - ou passage herbicide (quoi !?) avant que les premières semences atteignent la maturité physiologique, sinon risque d'infestation de la culture suivante
 - l'incorporation à la floraison ou après pourra être faite à travers d'une « araçao »
- *association avec la luzerne car rapport C/N élevé (36,25). Permet d'éviter un déficit de N pour la culture du maïs d'été.*

- COUPE / PATURAGE

- Excellente production à la première coupe (maximale) mais ceci diminue de moitié la production de biomasse totale (selon Dacio).
- **1ere coupe** 50 jours après émergence des plantules (60 JAS) hauteur = 30 à 40 cm (les plantes ne doivent pas être rasées à plus de 7 à 10 cm pour garantir une bonne repousse)
- Les repousses atteignent leur hauteur avant coupe / pâturage au bout d'un mois

- Variété tardive du IAPAR offre une excellente production et jusqu'à 3 à 4 coupes, fleurit à 140 jours et produit des fourrages jusqu'aux mois d'août – septembre, alors que les autres fourrages ne produisent plus.
- Utilisation en coupe verte affourragée :
 - Coupe manuelle ou à la machine, les feuilles sont données entières ou coupées. Rendement de 30 t/ há de MB en deux coupes. C'est l'utilisation la plus courante sur les petites surfaces dont le principal avantage est de ne pas avoir de pertes mais qui ne permet pas de séparer les feuilles des tiges afin de préparer un fourrage de plus grande valeur alimentaire (feuilles plus riches).
 - Pâturage. Gestion la plus économique et pratique pour les grandes surfaces. La biomasse disponible au champ est alors le facteur déterminant de la production (lait ou viande) de l'animal. Les productions maximales de biomasse par hectare sont observés dans des conditions intermédiaires entre le super-pâturage (trop d'animaux) et le sous-pâturage (trop peu) ; mais la production par animal est alors un peu compromise (Garcia As, 1995, p 9). Un léger sous-pâturage permet une meilleure valeur alimentaire par pâturage sélectif des feuilles et par conséquent une meilleure production par vache.
 - Pâturage continu
 - Pâturage rotatif permet un temps de récupération plus grand pour le couvert végétal après de brefs temps de pâturages (max 3 jours) et permet, en faisant **deux groupes d'animaux** de donner une meilleure alimentation (premier passage : feuilles) aux vaches dont les besoins sont plus importants.
 - Une expérience faite avec des VL nourries d'un côté avec 30 kg d'ensilage de maïs plus 3,6 kg de concentré / jour et de l'autre côté par pâture d'avoine blanche (cv Coronado) sans autre complémentation que des minéraux a montré que celles nourries avec l'avoine
 - prenaient du poids
 - la production de lait augmentait (elle était à peu près la même au début : 11 kg lait / jour) en 10 jours à plus de 13 kg/j contre moins de 11 kg / jour pour les autres

Avec le vieillissement de l'avoine, la production de lait a diminué jusqu'à atteindre celle des VL nourries avec de l'ensilage. La quantité de fourrages disponible par vache valait pendant toute la durée de l'expérience (51 jours du 1/08 au 21/09) environ 1700 kg / há.

ROTATIONS EFFETS SUIVANTS

- Bon précédent de soja et Feijão (augmentation rendement Feijão de 400 kg /ha après jachère hivernal à 740 kg/ha après une avoine noire ; et de 1950 à 2670 kg/ha pour le soja.
- Mais pour le maïs, meilleur rendement après lupin blanc. (Derpsch, 1984, p19)

Précédent	Tremoço branco	Nabo forrageiro	Ervilhaca peluda	Jachère hivernale
Rendement	6410	5800	6320	5110

- Dans la succession milho-aveia, les MH poussant avec l'avoine ne posent pas autant de problèmes que dans la succession milho-Trigo.
- Une rotation qui donne d'excellents résultats est :

- Tremçoço – milho- aveia – soja – trigo – soja
- La rotation d'aveia avec le soja ou le feijão ne doit pas être trop répétée.
- Egalement amélioration de l'état sanitaire des sols par réduction des maladies
 - *Rhizoctoma et Sclerotinia* dans la culture de soja suivante et
 - maladies radicaires du blé (podridão comun e *Ophiobolus*)
 - ainsi que diminution de la population de nématode du genre *Meloidogyne*
 - et action alélopathique.
 - Dans certains cas, le soja semé après le passage du rolo-faca sur l'avoine ne nécessite pas d'herbicide.
- Système racinaire très efficace pour le recyclage des nutriments (enfouit le calcaire, qui n'a plus besoin alors d'être enfoui grâce à la machine !)

Septembre 1999 T. Katsman	Production en kg de MS/ ha	Coût de prod / ha	Coût de récolte /ha	Coût total	Coûts par kg de MS	Coût par tonne de MB
Avoine pâturé	3 500	246,87	0	246,47	0,071	8,51

Centeio (seigle) Secale cereale L.

- Annuelle, 1,20 à 1,50 m de haut, glabre, épis dense de 5 à 20 cm de long
- Protéine = 7,62, rapport C/N =36,54
- PMG = 18g /
- semis entre le 15 juin et le 15 juillet (mars et mai pour le pâturage) entre 3 et 6 cm de profondeur (60 à 80 kg/ ha)
- intéressante car plus précoce : 55% de production en mai et juin tandis que le RGI atteint 70% de production en août et septembre, l'avoine 60% en juin/ juillet. Ces 3 céréales peuvent permettre une alimentation animale continue pendant la période critique d'automne-hiver.
- si plante de couverture, utilisation du rouleau « faca » à environ 100 – 120 jours (stade floraison) pour une hauteur comprise entre 120-180 cm
- Exemples d'associations :
 - 1 - Seigle (60 kg/ha) + Luzerne (30 kg/ha)
 - 2 - Seigle (50 kg/ha) + Serradela (15 kg/ha)
 - 3 - Seigle (60 kg/ha) + RGI (15 kg/ha) + Trèfle (2-3 kg/ha)

Azevém (Ray Grass d'Italie) Lolium multiflorum Lam.

- Plante annuelle, 75 cm de haut, tiges fines et glabres, la plus importante des graminées pour l'élevage. **Cycle de 210 jours.**
- Résistante aux gelées, sur sols plutôt argileux et riches en matières organiques.
- Peu exigeante en fertilité, rustique, aime l'humidité mais pas les sols engorgés.
- PMG = 2,3g ; semis de mars à début juin avec 30 kg/ha si seule culture, 17 kg/ha en association.

- Rapport C/N élevé (44,20) ; protéines = 8,37
- Comparée à l'avoine, elle a une croissance initiale plus lente mais est pâturable plus longtemps.
- Passage d'herbicide entre 130 et 170 jours pour une hauteur d'environ 50-80 cm (stade de pleine floraison). Production de 20 à 30 t de MB/ ha et de 2 à 6 t de MS par ha.
- production de fourrage pour l'hiver, sa période d'utilisation optimale se situe entre 60 et 180 jours.
- Le premier pâturage ou coupe ne doit pas se faire à une hauteur < 7-10 cm afin de garantir une repousse rapide et vigoureuse (Garcia Sa, 1995).
- Le pâturage est conseillé au minimum 60 jours post semis (50 jours post émergence des plantules) (après la période de tallage (« perfilhadas » ?) quand la plante a atteint 30 à 40 cm
- La coupe pour le foin doit plutôt s'effectuer environ à 90 jours avant la floraison puis 45 jours après pour une seconde coupe.
- La 2° coupe ou pâture doit avoir lieu 30 jours après la première.
- Permet d'augmenter le rendement et de diminuer l'utilisation d'herbicides pour la culture suivante.

Septembre 1999 T.Katsman	Production en kg de MS/ ha	Coût de prod / ha	Coût de récolte /ha	Coût total	Coûts par kg de MS	Coût par tonne de MB
RG pâturé	5 000	329,69	0	329,69	0,066	7,94

« Papuã » ou Capim-marmelada, Brachiaria plantagina

- autour de 15% de protéines, bon pour l'alimentation animale.
- feuille large, produit beaucoup de MS (« massa »)
- associée à Digitaria (plus fine et poilue), repoussent spontanément dans le maïs. Plante considérée comme adventice car difficile à éliminer.
- La coupe de Brachiaria doit s'effectuer vers le mois de février, mais les agriculteurs n'ont souvent pas le temps (récolte du feijão)

Septembre 1999 T.Katsman	Production en kg de MS/ha	Coût de prod / ha	Coût de récolte /ha	Coût total	Coûts par kg de MS	Coût par tonne de MB
Brachiaria pâturé	5 000	222,37	0	222,37	0,044	7,13

Capim elefante (herbe éléphant) Pennisetum purpureum

- env. 90 variétés :
- **Elefante Camarão** (« rongui congui ») : sert à contrôler l'érosion (pousse verticale, ne gêne pas les cultures voisines), bon pour l'alimentation animale (7 coupes par an) ?.
- **Elefante de Pié** : contrôle de l'érosion sur talus / cordon. Ne convient pas pour l'alimentation animale. Croissance surtout verticale.
- **Elefante Aniao** : contient plus de protéines que E. Camarão mais produit moins de MS (2 coupes par an).
- Plantée sur des cordons de végétation afin de recycler les éléments tels que le phosphore et l'hydrogène qui sont transportés par l'eau avec l'érosion.
- II

Ibida ? (herbe d'Afrique)

- stolonifiée, contrôle de l'érosion sur cordon.

LEGUMINEUSES

Ervilhacas pelluda – Vicia villosa et comum – Vicia sativa (Vesce)

- La culture d'ervilhaca a commencé récemment à augmenter, depuis qu'elle est plantée en association avec le maïs dont la tige lui sert de tuteur (après récolte de l'épi, pas de gêne pour la récolte (manuelle ?)) et évite les maladies fongiques et pourritures rencontrées auparavant.
- Plante annuelle, espèce hivernale à croissance rapide, pouvoir germinatif de 5 à 6 ans, autogame ou allogame.
- Résistante aux températures basses, adaptée au sol acide, argileux et sableux. Supporte aussi les sécheresses prolongées.
- **Protéines : E. pelluda 11,75 et E. comum 12,6 %**
- Production de 15 t de MB/ha et de 4,93 t/ha de MS.
- 90 kg N / ha
- Semis de mars à mai, 26 à 32 graines par mètre linéaire, profondeur de 3 à 5 cm.
- PMG = 38g

- Association avec l'avoine, le seigle, le lupin car rapport C/N faible (C/N = 18,65)
- Passage du rouleau « faca » ou de l'herbicide entre 130 et 180 jours après semis.

Feijão Guandu (*cajanus cajans*)

- env. 22% de prot.
- Peut être ramassée ou consommée sur pied.
- Sert de banque de protéines pour les animaux.

Crotalaria (légumineuse ?)

- engrais vert d'été, fixe N pendant la floraison.

Tremoco (*Lupinus spp.*)

- produit 5t MS / ha, 90 à 100 kg N/ ha (1 sac d'urée de 50 kg (45 % N) coûte 27 Rs.

- Amendoim ??? (arachide)

AUTRES PLANTES DE COUVERTURE

Nabo forrageiro (navet fourrager)

Crucifère ; *Raphanus sativus* L. var. *Oleiferus* Metzg

- Plante annuelle, herbacée, érigée, très ramifiée, racines pivotantes profondes et tubéreuses, atteint de 100 à 180 cm de hauteur.
- PMG = 11g / Protéines = 18,5 / Rapport C/N = 11,62
- Plante qui présente une capacité élevée pour recycler les nutriments tels que l'azote et le phosphore, donc importante dans les systèmes de rotation.
- Période de floraison longue, peut servir à la production de miel. La floraison s'initie vers 70-80 jours avec un cycle de 120 jours.
- La coupe doit s'effectuer avant la maturation des semences
- Résistant aux gelées tardives.
- Sans fertilisation, elle atteint une production comprise entre 25 et 60 t/ ha de MB et d'environ 3 t de MS/ ha (produit peu de matière sèche).
- bonne plante fourragère seulement pour la production de viande (goût pour le lait) moins appétante que les céréales.
- Ne peut précéder le maïs car ne laisse pas de MS.
- Bon précédent du feijão car diminue les infestations.

ADVENTICES

« Bernera »

- abrite des mouches qui ne volent pas à plus de 2m et qui parasitent les animaux par pontes. Développement du parasite (asticot appelé « Berné »).

« Serapia » = Chardon

ANNEXE 3 : Plusieurs modes d'utilisation pour les plantes de couverture:

La plante de couverture a dans nos systèmes de production intégrant l'élevage et le SDCV, très souvent une double fonction, en plus de celles énumérées ci-après, qui est celle de paillage du sol. En effet, après avoir été pâturée, ensilée, coupée, le producteur la laisse repousser si son stade phénologique le permet encore afin d'effectuer un SDCV de la culture suivante.

- ✓ Avoine seule, ressemée chaque année car elle perd son pouvoir germinatif pendant l'été (35 Cts / kg) :
 - ✓ couverture végétale uniquement pour effectuer un semis sur couverture (Cezanovski, Bernaski non éleveur : facilité de dessiccation et intervalle dessiccation-semis + court que avec RGI)
 - ✓ Pâturage (3 à 4 passages) .
 - ✓ Ensilage (5 à 5 mois ½ après semis) généralement après un déprimage (45 à 60 JAS) Bock et Braun (ensilage puis repousse pour couvrir le sol).
Il faut toutefois signaler que la majorité des agriculteurs-éleveurs ne souhaitent pas épandre d'herbicide sur les parcelles ensilées. ▽
On effectue éventuellement un apport d'urée (Braun).
 - ✓ production de semences (parcelle qui n'est pas forcément déterminée dès l'implantation dans la mesure où les agriculteurs sélectionnent la parcelle la moins infestée en mauvaises herbes.
On peut ainsi penser que les agriculteurs n'ont pas une très bonne maîtrise de l'enherbement de leurs parcelles bien qu'ils appliquent en général du 2,4 D, et ce quasi exclusivement sur des parcelles, destinées à la production de semences.
 - ✓ **Ray Grass Italien (*Lolium multiflorum*) seul (75 Cts/ kg)** qui sera, (selon si il a été enfoui ou desséché et la date de dessiccation), ressemé après un précédent haricot, petit mil, maïs ensilage ou maïs grain semé en septembre - octobre. En effet, dans les conditions climatiques de notre région d'étude le RGI produit ses graines à partir du 15 octobre. Après un précédent soja ou un maïs tardif semé en SDCV en novembre-décembre, le RGI repousse spontanément.
- Il peut être utilisé comme :
- ✓ Pâturage (3 à 4 passages à partir de 60 JAS, intervalle de 20 jours entre chaque pâturage) et éventuellement couverture du sol pour effectuer un SDCV. Martins, R. Berger, Bitikorski, Cezanovski, Lindemann, Braun, Bock, Stanislavski, Farago pour pâturage au moins.
Il est très apprécié des petits producteurs laitiers qui pratiquent le SDCV sur sa paille car il se resème d'un année sur l'autre, économisant ainsi le coût d'installation.
 - ✓ Ensilage : semis 01/04, ensilage au 31/08 puis couverture du sol pour effectuer un SDCV. Lindemann.

- ✓ Coupe : coupes réalisées avec une machine. Stanislavski (coupes puis ensilage).
- ✓ Production de semences : Semis au 15/05, épandage de 2, 4 D et récolte des semences au 15/11 (application d'urée), Bock (récolte semences et couverture pour SDCV Soja).
- ✓ **Vesce (*Vicia sativa* ou *Avena pilosa*) seule (1,35 Cts/ kg)** : elle se resème seule à condition néanmoins de disposer de tuteurs (les cannes de maïs) pour éviter que malgré son port naturel rampant, elle ne soit trop atteinte par les maladies fongiques et produise ses graines dans de bonnes conditions. C'est une espèce qui ne supporte pas le piétinement¹ et ainsi ne peut contribuer à l'alimentation animale que par coupes manuelles.
- ✓ La production de semences est assez délicate pour les plantes de couverture de type légumineuses en général. Dans les exploitations enquêtées, et nous n'avons observé aucune parcelle dont l'objectif dépasse celui de ré-ensemencer la surface occupée. R et W. Berger, Cezanovski.
- ✓ Coupes manuelles : cette opération est réalisée dans les petites exploitations (peu de vaches laitières, peu de surface) disposant d'une main d'œuvre familiale importante. R. Berger, A. Cezanovski.
- ✓ Couverture du sol : il s'agit alors préférentiellement de *Avena pilosa* qui produit une quantité de biomasse supérieure à *Avena pilosa* et qui est moins appétente pour les animaux. W. Berger.
- ✓ **Avoine et RGI :**
- ✓ Jamais utilisé en couverture du sol comme seul objectif
- ✓ Jamais ensilé car les cycles de développement des deux espèces sont décalés et l'on ne peut alors réaliser un ensilage des deux espèces aux stades optimaux.
- ✓ Jamais utilisés en coupes
- ✓ Toujours utilisés en pâturage. Par rapport à un système où l'on cultiverait l'avoine sur une parcelle différente de celle du RGI, ce système en « association »² permet de réaliser un pâturage plus long sur la même parcelle. Généralement, le RGI se développe à partir d'un ressemis spontané alors que l'avoine (avec ou sans RGI) est semée à partir du 15 mars et jusqu'au 01/06.

Chez un exploitant en phase d'adoption progressive des SCV, nous avons observé de l'**espergula (*Spergula arvensis*)**, du **navet fourrager (*Raphanus sativus*)** et d'autres engrais verts de type légumineuses ou non qui sont enfouis afin d'améliorer la structure du sol et l'enrichir en matière organique afin de garantir de bons résultats pour les cultures conduites en semis direct par la suite. Notons que cet agriculteur appartient à l'ASPTA, association de petits agriculteurs-innovateurs désireux notamment de développer une agriculture biologique.

¹ Nous avons observé une parcelle de vesce et RGI pâturée après un maïs grain chez Brandalisa, or la densité de repousse de la vesce était très faible.

² Dates de semis identiques mais levée des graines à deux périodes distinctes de l'hiver.

Résumé

Au sud du Brésil, la région centre sud du Paraná est située sur des reliefs accidentés dont la couverture pédologique est particulièrement sensible aux phénomènes érosifs. Cette zone est constituée d'une majorité d'exploitations agricoles de type familial ayant adopté les systèmes de culture à base de couverture végétale (SCV) depuis une dizaine d'années.

Or nous assistons à une diversification récente par intégration de la production laitière qui apparaît *a priori* incompatible avec les SCV car reposant sur l'utilisation de la même ressource. En nous appuyant sur le concept de « fonction parcellaire », nous avons analysé les interactions entre ces deux systèmes de la parcelle jusqu'au système agraire. Il est apparu que les producteurs ont une perception exagérée de l'effet de compaction des sols dû au piétinement des animaux au pâturage et qu'ils adoptent une stratégie de spécialisation des parcelles pour les activités d'élevage et les cultures ainsi que la pratique de décompactage périodique des sols. Dans le prolongement de cette stratégie nous avons identifié des modalités d'allocation de la biomasse spécifiques sur chaque parcelle selon la fonction que lui attribue le producteur.

Sur les aires où se succèdent le pâturage et les SCV, nous avons mis en évidence une gestion raisonnée de la biomasse de la plante de couverture permettant de réaliser correctement le SCV et d'atteindre une production laitière satisfaisante.

Dans leur fonctionnement actuel, ces systèmes, en intégrant l'élevage et les SCV parviennent à une amélioration substantielle de leur stabilité économique grâce au revenu régulier que procure l'activité laitière. Ils semblent également garants de leur reproductibilité grâce au maintien de la fertilité des sols cultivés selon des systèmes de culture à base de couverture végétale. Néanmoins des améliorations semblent encore réalisables dans le souci d'optimiser les mécanismes de synergie entre l'élevage et les SCV. En effet, la recherche s'intéresse de plus en plus aux effets positifs du pâturage sur la fertilité des sols et le rendement des cultures.

Mots-clefs : Système de culture à base de couverture végétale (SCV) ; fonction parcellaire ; compaction ; érosion ; intégration agriculture – élevage ; système de culture ; système d'élevage laitier ; Paraná ; Brésil.