



Cirad
Unité de Service Enseignement
et Formation en Elevage
Campus de Baillarguet
TA A-71 / B
34 398 MONTPELLIER Cedex 5



U
F
R
SCIENCES
Université Montpellier II
UFR - Fac de Sciences
Place Eugène Bataillon
34 095 MONTPELLIER Cedex 5

MASTER
BIOLOGIE GEOSCIENCES AGRORESSOURCES ENVIRONNEMENT
SPECIALITE ECOLOGIE FONCTIONNELLE ET DEVELOPPEMENT DURABLE
PARCOURS ELEVAGE DES PAYS DU SUD :
ENVIRONNEMENT, DEVELOPPEMENT

RAPPORT DE STAGE DE SECONDE ANNEE

**Intérêt économique de l'adoption des
systèmes de culture sous couverture
végétale chez les petits producteurs des
Cerrados brésiliens**

Présenté par
Amandine SORIA

Réalisé sous la direction de : François Affholder, Véronique Alary et Eric Scopel

Organisme et pays : CIRAD Brésil

Période du stage : Avril – Septembre 2008

Date de soutenance : 17 septembre 2008

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet



Année universitaire 2007-2008

MASTER
BIOLOGIE GEOSCIENCES AGRORESSOURCES
ET ENVIRONNEMENT
PARCOURS ELEVAGE DANS LES PAYS DU SUD :
ENVIRONNEMENT ET DEVELOPPEMENT

RAPPORT DE STAGE DE SECONDE ANNEE

Intérêt économique de l'adoption des
systèmes de culture sous couverture
végétale chez les petits producteurs des
Cerrados brésiliens

Présenté par
Amandine SORIA

Réalisé sous la direction de : François Affholder, Véronique Alary et Eric Scopel

Organisme et pays : Cirad Brésil

Période du stage : Avril – Septembre 2008

Date de soutenance : 17 septembre 2008

Année universitaire 2007-2008

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement :

Mon maître de stage, Mr Eric Scopel pour m'avoir permis d'effectuer ce stage, pour son accueil chaleureux, ses connaissances et son soutien tout au long de mon séjour au Brésil.

Mes tuteurs, Me Véronique Alary et Mr François Affholder pour la confiance qu'ils ont bien voulu m'accorder pour ce stage et leur aide lors de mon retour en France.

Un remerciement particulier à Davi et Maria qui ont été d'une aide précieuse lors de mes enquêtes. Ils m'ont permis de mieux comprendre la société brésilienne et ont rendu mon séjour inoubliable.

Un grand merci à Alpha et Jennifer pour avoir égayé ma vie au quotidien et apporté un soutien amical pendant ces trois mois.

A toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'élaboration de mon travail.

Mais surtout, merci à tous les producteurs pour leur accueil toujours chaleureux et pour le temps qu'ils m'ont accordé. Muito obrigada Antonio, Lucio, Zé Alexandre, Génilson, Zé Alexio.

RESUME ET MOTS CLES

L'amélioration et la stabilisation de la production des petits producteurs du sud font partie des principaux enjeux de la recherche agronomique. Dans ce contexte, les systèmes de culture sous couverture végétale (SCV) sont perçus comme une solution de production durable.

Cette innovation technique protège efficacement le sol contre l'érosion et permet la suppression du travail du sol. Cependant il semble que l'adoption de cette option technique dans le cas des exploitations familiales soit limitée par l'investissement nécessaire et le changement de pratique lors de la mise en œuvre. L'objectif de cette étude est donc de connaître les intérêts de cette innovation chez les petits producteurs de la région des Cerrados au Brésil. Pour cela, nous utilisons un modèle en programmation linéaire à l'échelle de l'exploitation dont les coefficients techniques ont été recueillis lors d'enquêtes auprès de six producteurs du municipe d'Unai. Dans le modèle, un agent supposé rationnel doit maximiser le revenu des exploitations tout en satisfaisant les besoins alimentaires de la famille. Les résultats des simulations nous ont permis de mettre en évidence que les SCV présentent un avantage économique pour les petits producteurs. D'après le modèle, l'adoption des SCV est stimulée par la réduction du temps de travail. Cette innovation facilite également les changements de système d'élevage vers une activité laitière : la valorisation des plantes de couverture dans la ration permet de limiter l'achat de concentré pendant la saison sèche tout en maintenant la production laitière.

Toutefois, le rôle des institutions reste difficile à représenter dans le modèle. De même il serait intéressant de réaliser une étude de marché du négoce des bovins pour mieux cerner les orientations des systèmes d'élevage et donc l'évolution des systèmes de cultures.

Mots clés : Système de culture sous couverture végétale, agriculture familiale, plante de couverture, modélisation.

Abstract and Key Words

The improvement and stabilization of resource poor farmers of the developing world are part of the principal stakes of the agronomic research. In this context, the cropping systems based on direct seeding with mulch or cover crops (DMC) are perceived like a solution of long-lasting production. This technical innovation protects efficiently the soil against the erosion and allows the elimination of plowing. However it seems the adoption of this technical option in the case of family farms is limited by the necessary investment and the change of practices when it is starting. The objective of the study is to know the interests of this innovation for resource poor farmers in the Cerrado region in Brazil. So, we use a model in linear programming on the scale of farm which technical coefficients have been collected during surveys from six producers of Unai *município* (smalles administrative division in Brazil). In the model, the rational agent has to maximize the farm income securing the alimentary needs of the family. The simulation results allowed us to highlight that DMC systems offer an economic advantage for the little producers. According to the model, the adoption of DMC systems is stimulated by the reduction of labour time. This innovation also makes easier the shift of farming systems towards a dairy production: the use of cover plants in the feed allows to limit the purchasing of concentrates during the dry season maintaining the dairy production.

Nevertheless, the role of the institutions stays difficult to represent in the model. Just as it would be interesting to realize a market study on bovine trade in view to define better the breeding systems orientations and so the cropping systems evolution.

Keys words: Direct seeding mulch-based cropping systems, domestic agriculture, cover plants, modelling.

Sommaire

<i>RESUME ET MOTS CLES</i>	4
<i>INTRODUCTION</i>	9
<i>Partie 1 : Cadre général du stage</i>	10
I. Présentation de Unai	10
A. Présentation des Cerrados	10
1) <i>L'un des plus importants écosystèmes du Brésil</i>	10
2) <i>La végétation des Cerrados</i>	10
3) <i>Le climat des Cerrados</i>	11
4) <i>Les sols des Cerrados</i>	11
5) <i>L'agriculture dans les Cerrados</i>	11
B. Le choix de Unai pour l'étude	12
C. Les exploitations familiales	12
1) <i>Dualité de l'agriculture brésilienne</i>	12
2) <i>Réforme agraire et histoire des petits producteurs</i>	12
II Historique du projet.....	13
1) <i>L'Embrapa et le projet Unai</i>	13
2) <i>Présentation des systèmes de culture sous couverture végétale (SCV)</i>	15
3) <i>Introduction des SCV dans les Cerrados au Brésil</i>	16
III Problématique de stage	16
<i>Partie 2 : Matériels et méthodes</i>	18
I. Les enquêtes	18
A. Typologie des exploitations	18
B. Choix des exploitations.....	18
C. Description des enquêtes.....	19
II . Le modèle d'exploitation	20
A. Choix du modèle de base	20
B. Construction et utilisation du modèle.....	21
1) <i>Les systèmes de culture</i>	21
2) <i>L'élevage bovin et les chevaux</i>	22
3) <i>La famille</i>	23
4) <i>L'horizon de planification</i>	24
<i>Partie 3. Evolution des exploitations et modélisation du petit élevage</i>	25
I. Evolution des exploitations depuis 2007	25
A. Evolution foncière.....	25
B. Evolution de l'élevage bovin	25
1) <i>Antonio : Exploitation de polyculture-élevage et activités extérieures</i>	26
2) <i>Zé Alexio : Exploitation de polyculture-élevage et vente de rapadura</i>	26
3) <i>Lucio : Exploitation d'élevage laitier intensif</i>	27
4) <i>Génilson : Exploitation d'élevage laitier intensif</i>	28
5) <i>Valdir : Exploitation spécialisée dans l'élevage de bovins viande</i>	29
6) <i>Zé Alexandre : Elevage de bovin viande et activité extérieure</i>	29
II. Modélisation du petit élevage	30
A. Modélisation des systèmes d'élevage porcin	31
1) <i>Dynamique démographique</i>	31

2) <i>Mode de conduite</i>	31
a) <i>Consommation</i>	31
b) <i>Gestion</i>	31
3) <i>Valorisation</i>	32
B. <i>Modélisation des systèmes d'élevage volaille</i>	32
1) <i>Dynamique démographique</i>	32
2) <i>Mode de conduite</i>	32
a) <i>Consommation</i>	32
b) <i>Gestion</i>	33
3) <i>Valorisation</i>	33
<u><i>Partie 4. Résultats du modèle et discussion</i>.....</u>	<u>34</u>
I. <i>Simulation sans introduction des plantes de couverture</i>	34
A. <i>Validation du modèle</i>	34
B. <i>Simulations des scénarios du groupe A</i>	34
1) <i>Scénario A0</i>	34
a. <i>Farm1 : Antonio Medeiros</i>	34
b. <i>Farm 2 : Zé Alexio</i>	35
c. <i>Farm3: Lucio</i>	35
d. <i>Farm4 : Génilson</i>	36
e. <i>Farm5 : Valdir</i>	36
f. <i>Farm6 : Zé Alexandre</i>	36
2) <i>Scénario A0'</i>	37
3) <i>Scénario A1</i>	38
4) <i>Scénario A2</i>	38
II. <i>Simulation avec introduction des plantes de couverture</i>	39
1) <i>Scénarios B0 et B0'</i>	39
2) <i>Scénario B1</i>	41
III. <i>Discussion</i>	42
1) <i>Discussion des résultats</i>	42
2) <i>Discussion sur la méthode</i>	43
<u><i>CONCLUSION</i>.....</u>	<u>45</u>
<u><i>BIBLIOGRAPHIE</i>.....</u>	<u>46</u>
<u><i>ANNEXES</i></u>	<u>49</u>
<u><i>RESUME ET MOTS CLES</i>.....</u>	<u>.....</u>

Liste des tableaux

Tableau 1 : Agriculteurs choisis pour l'étude.....	16
Tableau 2 : Détail des données recueillies au cours des enquêtes.....	17
Tableau 3 : Evolution de l'élevage bovin entre 2007 et 2008.....	22
Tableau 4 : Bilan fourrager de l'exploitation d' Antonio {farm1}.....	23
Tableau 5 : Alimentation des bovins sur l'exploitation d'Antonio {farm1}.....	23
Tableau 6 : Bilan fourrager de l'exploitation de Zé Alexio {farm2}.....	24
Tableau 7 : Alimentation des bovins sur l'exploitation de Zé Alexio {farm2}.....	24
Tableau 8 : Bilan fourrager de l'exploitation de Lucio {farm3}.....	25
Tableau 9 : Alimentation des bovins sur l'exploitation de Lucio {farm3}.....	25
Tableau 10 : Bilan fourrager de l'exploitation de Génilson {farm4}.....	25
Tableau 11 : Alimentation des bovins sur l'exploitation de Génilson {farm4}.....	25
Tableau 12 : Bilan fourrager de l'exploitation de Valdir {farm5}.....	26
Tableau 13 : Alimentation des bovins sur l'exploitation de Valdir {farm5}.....	26
Tableau 14 : Bilan fourrager de l'exploitation de Zé Alexandre {farm6}.....	27
Tableau 15 : Alimentation des bovins sur l'exploitation de Zé Alexandre {farm6}.....	27
Tableau 16 : Consommation des porcins aux différents stades.....	28
Tableau 17 : Consommation des volailles aux différents stades.....	30

Liste des figures

Figure 1 : Localisation géographique des Cerrados brésiliens.....	7
Figure 2 : Schéma de l'intégration SCV-élevage.....	14
Figure 3 : Evolution de l'assolement de l'exploitation {farm3}.....	32
Figure 4 : Evolution du troupeau de bovins de l'exploitation {farm6}.....	33
Figure 5 : Comparaison des scénarios A0 et A0' en terme de recette pour les exploitations {farm1} et {farm2} en {an1} de simulation.....	34
Figure 6 : Comparaison des scénarios A0, A1, A2 pour l'exploitation {farm5}.....	35
Figure 7 : Evolution des surfaces de maïs en fonction des scénarios A0, A0', B0 et B0'.....	36
Figure 8 : Valorisation du <i>Cajanus cajan</i> dans la ration des bovins pour les exploitations {farm1}, {farm3} et {farm6}.....	37
Figure 9 : Revenu annuel moyen des 6 exploitations pour les scénarios B0 et B1.....	38

Liste des Annexes

Annexe 1 : Différents faciès du couvert végétal des Cerrados.....	45
Annexe 2 : Questionnaire de la 1 ^{ère} visite (Historique, main d'œuvre, foncier, élevage bovin, trésorerie).....	46
Annexe 3 : Questionnaire de la 2 ^{ème} visite (Elevage des porcs et des volailles).....	66
Annexe 4 : Structure générale du modèle.....	76
Annexe 5 : Biomasse possible à extraire en matière verte en kg/ha.....	77
Annexe 6 : Détail des bilans fourragers des six exploitations.....	78
Annexe 7 : Calcul des rations alimentaires des bovins.....	80
Annexe 8 : Comparaison de l'assolement réel et de celui obtenu à la 1 ^{ère} année de simulation {an1} pour le scénario A0.....	84
Annexe 9 : Comparaison de la taille des troupeaux enquêtée et celle simulée en {an1} pour le scénario A0.....	85
Annexe 10 : Exemple d'une fiche de résultats : Simulation du scénario A0 pour l'exploitation d'Antonio {farm1}.....	87
Annexe 11 : Source des recettes de chaque exploitation durant la 1 ^{ère} année de simulation pour le scénario A0.....	90

Liste des abréviations utilisées

APDC: Association du semis direct des Cerrados
CAPUL: Coopérative agricole d'Unai
CPAC: Centre de recherche agronomique des Cerrados
EMATER: Entreprise d'assistance technique et d'extension rurale
EMBRAPA : Entreprise brésilienne de recherche agronomique
FEBRAPD : Fédération brésilienne du semis direct sur pailles
IAPAR : Institut agronomique du Paraná
IBGE : Institut brésilienne de géographie et statistique
INCRA : Institut national de la colonisation et de la réforme agraire
MDA : Ministère du développement agraire
MST : Mouvement des Sans terre
PRONAF : Programme national de renforcement de l'agriculture familiale
R\$: Réal dollar
SCV : Système de culture sous couverture végétale

Glossaire

-A-

Assentamento: Occupation des terres légalisée et reconnue par l'Etat, après expropriation de grands propriétaires terriens, dans le cadre de la réforme agraire.

Assentado: Agriculteur installé sur un lot de terre d'un assentamento

Acampamento: Campement des « Sans terre » sur une exploitation en vue d'une expropriation par l'INCRA

Acampado: "Sans terre" campant sur un acampamento dans le but d'obtenir un lot de terre.

-C-

Canavial: Aire de plantation de la canne à sucre

Chapadas: Plateaux

-F-

Farinha : Farine de manioc

Fazenda: Fermes qui exploitent de grandes surfaces avec d'importants moyens financiers et matériels.

Fazendeiro: Propriétaire d'une fazenda.

-Q-

Quintal: Jardin de case familial

-R-

Rapadura : Pain de sucre fabriqué à partir de l'extraction du jus de la canne à sucre

-S-

Sorro: Petit lait de fromage

INTRODUCTION

L'amélioration et la stabilisation de la production des petits producteurs du Sud font partie des principaux enjeux de la recherche agronomique. Les préoccupations actuelles visent à trouver des solutions de production durable dans des conditions environnementales difficiles.

C'est le cas au Brésil dans la région des Cerrados où les sols sont naturellement peu fertiles avec un relief irrégulier.

Dans les années soixante-dix, la redistribution des terres sous l'impulsion de la réforme agraire a permis l'installation de nombreux agriculteurs familiaux qui doivent faire face à ces problèmes environnementaux. A cela s'ajoutent des problèmes d'ordre socio-économique : accès aux crédits, aux marchés, aux intrants... Dans ce contexte les innovations proposées doivent à la fois stabiliser la situation de ces petits producteurs et être respectueuses de l'environnement, on parle alors d'« écointensification » (Cassman, 1999).

Les systèmes de culture sous couverture végétale (SCV) sont perçus comme un moyen de réponse à ces problèmes. Cette innovation technique protège efficacement le sol contre l'érosion de par la présence d'une couverture végétale permanente morte ou vivante. Elle permet également la suppression du travail du sol. Les SCV sont déjà largement adoptés par les grands producteurs du sud du Brésil. Cependant il semble que l'investissement nécessaire lors de la mise en œuvre et le changement radical de pratique soit un frein à l'introduction des SCV dans les exploitations familiales.

L'objectif de cette étude est d'estimer si l'innovation SCV est adaptée aux exploitations familiales et si elle représente un intérêt économique pour ces dernières.

Une fois que le contexte de l'étude aura été présenté et la problématique posée, nous détaillerons la méthode employée. Les résultats de cette étude ont été obtenus à partir d'un modèle d'exploitation en programmation linéaire dont les différentes simulations nous permettent de discuter les facteurs motivant ou freinant l'adoption des SCV pour les petits producteurs issus de la réforme agraire dans le municpe d'Unai. Mais également de préciser l'intégration SCV-élevage dans les exploitations familiales.

Partie 1 : Cadre général du stage

I. Présentation de Unai

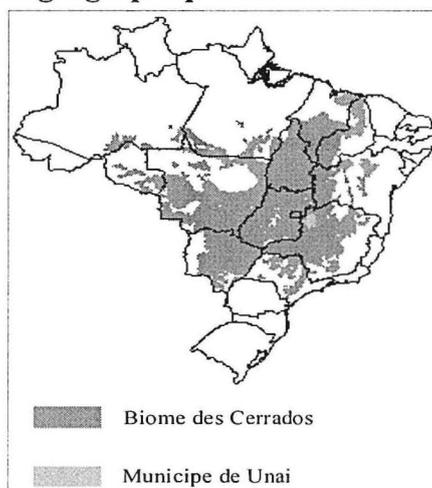
A. Présentation des Cerrados

1) *L'un des plus importants écosystèmes du Brésil*

Les Cerrados représentent le deuxième biome du Brésil après la forêt amazonienne. Ce sont des paysages de savanes tropicales qui occupent environ 23% du territoire national soit environ 2 millions de km² (Ab'Saber, 1971). Ils sont situés au Centre du pays. Les Cerrados s'étendent également à l'extérieur du Brésil, en Bolivie, au Paraguay, en Colombie et au Venezuela où ils portent d'autres noms comme par exemple "Llanos".

La région est considérée comme un des 25 points sensibles de la biodiversité mondiale. En effet il s'agit d'une région avec une grande biodiversité mais elle accuse une perte rapide des habitats naturels (Myers *et al.*, 2000) surtout à cause de l'extension des activités agricoles.

Figure 1 : Localisation géographique des Cerrados brésiliens



Source : Université fédérale de Lavras <http://www.dcs.ufla.br/Cerrados/Portugues/CIntroP.htm>

2) *La végétation des Cerrados*

La région des Cerrados doit son nom à la végétation qui la constitue. Le nom « cerrado » définit un type de végétation composée d'espèces arborées et arbustives aux troncs et aux ramifications « torturés » disséminées au milieu des graminées. Ces espèces sont adaptées aux importantes variations interannuelles des précipitations et surtout aux teneurs élevées des sols en aluminium échangeable (Ribeiro *et al.*, 1998). Les cerrados présentent un gradient physiognomique qui va de la prairie appelée « campo limpo » à la forêt de sclérophytes appelée « ceradão » (Bustamante *et al.*, 2006) (Annexe 1). Les différents types de paysages des Cerrados sont classés en fonction de la fermeture du paysage (Embrapa CPAC, 1998):

- Campo limpo ("champ propre") : végétation graminée.
- Campo sujo ("champ sale") : environ 15% de la surface est recouverte par des buissons souvent regroupés en îlots.
- Campo cerrado ("champ fermé") : la végétation arborée couvre moins de 20% de la surface.

- Cerrado typique (sensu stricto) : les arbres qui couvrent 20 à 70% de la surface ne dépassent pas 10 m en moyenne, et laissent le paysage relativement ouvert.
- Cerradão: végétation exubérante, fermée (>70%), et composée d'arbres hauts (10 à 15m).

Cette végétation est totalement supprimée lors de la mise en culture de nouvelles terres.

3) *Le climat des Cerrados*

Le climat des Cerrados est tropical subhumide. Il présente deux saisons bien marquées :

- Un été chaud et humide. Il s'étale d'Octobre à Mars et correspond à la saison des pluies. Les précipitations atteignent un total annuel compris entre 1200 et 1400 mm, mais c'est durant le trimestre de novembre à janvier que se concentre la majeure partie de celles-ci.
- Un hiver sec d'avril à septembre qui reçoit moins de 15% des précipitations annuelles totales. L'hiver est donc une période de déficit hydrique.

La température moyenne annuelle est de 23°C, avec des maxima et minima de 31°C et 8 °C.

La variation interannuelle des précipitations est la cause de nombreux problèmes pour l'agriculture locale : cela engendre aussi des difficultés pour caler les cycles de cultures sur le début de la saison des pluies. Durant la saison des pluies, les précipitations peuvent être très violentes (jusqu'à 100 mm/h) et causer des dégâts d'érosion des sols importants. Enfin, il faut ajouter la présence de « veranicos » qui correspondent à des périodes de plus de 10 jours pendant la saison des pluies où il n'y a pas de précipitations. Ces périodes de sécheresse représentent une contrainte significative pour l'agriculture des Cerrados (Schaller, 2007).

4) *Les sols des Cerrados*

Les Cerrados sont essentiellement constitués de sols ferrallitiques (Ferralsols selon la classification FAO), ils représentent près de la moitié de la surface couverte par les Cerrados (Spehar, Souza, 1996). Ce sont généralement des sols profonds (supérieurs à 2 m), de faible capacité d'échange cationique, d'acidité élevée (pH de 4,3 à 6,2), à fort pouvoir fixateur pour le phosphore et, en conséquence, de faible fertilité naturelle (Blancaneaux *et al.*, 1993). Ces sols ont connu des phénomènes de « lessivage » des silicates et des bases (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺) entraînant un enrichissement relatif en oxyde de fer et aluminium. Il existe d'autres types de sols dans les Cerrados, les arénosols (15,2%), et les Cambisols (3,1%) sur les versants et surfaces d'érosion récentes ainsi que les « Terra Roxa Estruturada » (1,7%) et divers sols colluviaux-alluviaux le long des axes des vallées qui entaillent les plateaux (Gomes de Sousa, 2002 ; Reatto, 1998 cités par Alvarez en 2007).

La culture de ces sols est cependant possible après correction des déficiences chimiques par chaulage et fertilisation (N, P, K et oligo-éléments).

5) *L'agriculture dans les Cerrados*

L'agriculture dans les Cerrados apparaît dans les années 70 après la résolution des problèmes d'acidité des terres par l'application de calcium (Yamada, 2005). La région des Cerrados apparaît aujourd'hui comme une zone à haut potentiel agricole, dans le domaine de l'élevage bovin mais plus encore en ce qui concerne la production de grains (Schaller, 2007).

La surface des terres cultivables dans les Cerrados est estimée à 127 millions d'hectares dont seulement 45% sont actuellement utilisés.

Les cultures majeures dans la région sont le soja (*Glycine max*), le maïs (*Zea mays*), le riz (*Oryza sativa*) et les haricots (*Phaseolus vulgaris*), traditionnellement cultivées avec des pratiques de labour conventionnelles basées sur l'utilisation d'une herse de disque.

B. Le choix de Unai pour l'étude

L'étude a été réalisée dans le municípe de Unai (16°23 S - 46°53 W). Il est situé au nord-ouest de l'état fédéral du Minas Gerais, à proximité de l'état du Goias et à 170 km de la capitale nationale Brasília.

Le municípe a été créé en 1943. Il s'étend sur 8500 km² et compte une population d'environ 80 000 habitants dont 75% sont urbains et regroupés dans la ville d'Unai. Aujourd'hui on compte environ 1500 familles vivant de l'agriculture familiale qui occupent moins de 20% de la surface cultivée (Lenne, 2006).

Le municípe compte 23 assentamentos. Il a justement été choisi par l'équipe Embrapa-Cerrado pour sa représentativité en terme de nombre d'assentamentos et de diversité pédologique. En effet, on y trouve 12% des assentamentos de l'Etat du Minas Gerais, répartis sur 5% de son territoire (Zoby *et al.*, 2001).

Dans le cas des petits producteurs issus de la réforme agraire, la production agricole reste axée sur la satisfaction, par l'autoconsommation, des besoins alimentaires de la famille et sur la production d'aliments pour les divers élevages. Ces systèmes agricoles sont alors basés sur la culture du manioc et du riz pour l'alimentation humaine, du maïs essentiellement pour l'alimentation des volailles et des porcins et de la canne à sucre pour compléter l'alimentation du bétail en saison sèche. Au niveau de l'élevage, les producteurs commencent à spécialiser leur production soit vers un élevage bovin viande soit vers un élevage lait.

C. Les exploitations familiales

1) Dualité de l'agriculture brésilienne

L'agriculture brésilienne présente de grandes inégalités (Accès à la terre, au matériel agricole). Nous distinguons en premier lieu, l'agriculture industrielle qui place le Brésil en tête des exportations des pays en voie de développement pour un certain nombre de produits (soja, coton, viande bovine,...). A l'autre extrême, il y a les agriculteurs familiaux. Zanoni et Lamarche (2001) décrivent l'exploitation familiale comme « une unité de production agricole où propriété et travail sont intimement liés à la famille ». Les agriculteurs familiaux ont différentes origines, d'une part il y a les producteurs dits « historiques », installés depuis longtemps sur leurs terres et qui ont une tradition agricole importante ; et d'autre part, il y a les producteurs issus de la réforme agraire.

Les exploitations familiales n'occupant que 30 % des surfaces cultivées et ne recevant que 11% du crédit rural total, contribuent à 38 % de la production nationale totale (Alvarez, 2007). Il est dit que les agriculteurs familiaux, avec moins de crédit et travaillant sur des superficies plus petites, sont plus efficaces que les « grands » producteurs en terme d'usage de la terre et de capital (Souza Martins, 2000).

2) Réforme agraire et histoire des petits producteurs

La spéculation des terres a commencé en 1850 avec la « Loi des Terres » qui autorisait la vente des terres par enchères publiques pour les répartir. Au milieu du vingtième siècle, le gouvernement de Juscelino Kubitschek stimule financièrement la modernisation de l'agriculture en introduisant la mécanisation et l'expansion des grands domaines pour un élevage extensif ou les monocultures. Ce furent alors les grandes entreprises agricoles tournées vers l'exportation qui se sont appropriées la majorité des terres brésiliennes en particulier sur les nouveaux fronts de colonisation, entraînant « l'évacuation forcée » des populations de la campagne (Gonçalves, 2004).

La croissance des revendications paysannes entraîne la création de mouvements de lutte pour la terre dont un des plus importants est le Mouvement des Sans Terre (MST).

L'année 1970 et la création de l'INCRA marque le début de la redistribution officielle des terres qui se fait lentement et uniquement sur une partie infime des terres agricoles. L'INCRA régularise les occupations des terres en autorisant l'établissement d'assentados sur les terres d'une fazenda. Cela passe par la désappropriation et l'indemnisation du propriétaire. L'occupation des terres appelée acampamento (campement) se justifie lorsque les terres ne sont plus exploitées à des fins agricoles. Cela donne souvent lieu à des conflits mortels, mais dans le municipe d'Unai, les occupations se sont toujours passées de façon relativement pacifiques, les fazendeiros allant parfois jusqu'à motiver l'occupation de leurs terres pour en obtenir un prix plus intéressant que celui de vente.

Par ailleurs pour obtenir le droit d'administrer les terres, les acampados doivent se regrouper en association d'assentados et ce sont ces associations qui sont gérées par l'INCRA. Rien n'est géré au niveau individuel. Toutefois de par leur habitat dispersé, le réseau de communication souvent restreint à des pistes en terre, la structuration des assentamentos ne favorise pas les travaux collectifs malgré des objectifs communs.

En 1993, le Ministère du Développement Agraire (MDA) qui se focalise sur les populations rurales exclues est créé. Il est représenté par l'INCRA qui a pour mission d'appliquer la réforme agraire (www.incra.gov.br).

Depuis 1994, de nombreuses familles ont accès au crédit bancaire à travers le PRONAF. Dans le cadre de ce programme, trois types d'actions sont proposées : l'amélioration des infrastructures rurales, l'appui aux crédits pour l'agriculture familiale et la formation des agriculteurs. Pour bénéficier de ce programme, il faut donc remplir les critères de l'agriculture familiale brésilienne qui est définie par (Figuie, 2001) :

- une surface d'exploitation inférieure à 120 hectares ;
- un minimum de 80% de revenus d'origine agricole ;
- une main d'œuvre essentiellement familiale avec un recours occasionnel à la main d'œuvre salariée ;
- le logement principal du producteur doit être situé sur l'exploitation.

II Historique du projet

1) L'Embrapa et le projet Unai

L'Embrapa (EMpresa BRAsileira de Pesquisa Agropecuária), centre de recherche agronomique brésilien, a été créé en 1973 par le ministère de l'agriculture, de l'élevage et de l'approvisionnement. Sa création est due à une prise de conscience du gouvernement du manque de connaissances techniques nécessaires au développement agricole. Aujourd'hui, l'Embrapa compte 37 centres à travers tout le pays et emploie 8 000 personnes.

Le centre régional des Cerrados, l'« Embrapa Cerrados » ou CPAC, a été créé en 1975 suite à la modernisation agricole de la région. Il a pour but de générer et diffuser des technologies spécifiques à cette région. En particulier, le CPAC s'est intéressé au problème de l'acidité des sols de la région, à l'élaboration des nouvelles technologies et au développement de l'élevage. La collaboration entre l'Embrapa et le CIRAD a débuté en 1988 avec le « projet Silvânia ». Il s'agissait d'un projet recherche/développement consacré à l'agriculture familiale dans les Cerrados. Le projet « Silvânia » visait à valoriser à la fois les progrès de la recherche et l'expérience des producteurs.

Le projet Unai a été mis en place en 2002 sous l'intitulé : « Adaptation et utilisation d'un dispositif méthodologique participatif pour appuyer le développement durable des assentamentos de la réforme agraire ». Il articule à la fois les thématiques d'agriculture familiale et de mise en place des innovations techniques, et notamment les SCV (Systèmes de culture sous Couverture Végétale).

Le projet est conduit par diverses institutions, à savoir l'Embrapa-Cerrados, l'Université de Brasilia (UnB), l'INCRA, et le Cirad. Il existe également plusieurs partenariats locaux, avec l'école agricole de Unaí (Escola Estadual Jvêncio Martins Ferreira), les associations des assentamentos, le syndicat des travailleurs ruraux de Unaí, l'Emater de l'état fédéral du Minas Gerais, la coopérative agricole de Unaí (Capul) et la préfecture du municípe.

Ce projet comporte quatre volets d'actions :

1. Renforcement des organisations sociales
2. Appui technique grâce à la création et l'utilisation de références techniques
3. Amélioration de l'utilisation des ressources naturelles et de la fertilisation du sol
4. Appui à l'insertion dans des marchés favorables aux producteurs

Pour se faire, le « projet Unaí » est lancé sur les bases méthodologiques du projet « Silvânia ». Il se définit donc comme une expérimentation à échelle réelle et en collaboration étroite avec les producteurs. Cette méthodologie se compose de trois phases :

- analyse et diagnostic des problèmes rencontrés, de façon à mettre en place une planification participative stratégique qui permette d'identifier et de développer les actions et innovations nécessaires

- expérimentations des innovations proposées au sein des assentamentos, par les producteurs eux-mêmes

- extension et transfert des connaissances et des références acquises, pour de nouveaux assentamentos.

Par ailleurs, un réseau de « fermes de référence » a été mis en place dans le but d'effectuer un suivi mensuel, d'apporter un appui technique et d'évaluer l'effet des mesures prises sur la situation socio-économique des assentados.

Le choix des assentamentos pour le projet a été effectué sur la base d'enquêtes et de visites aux champs. Ainsi l'Embrapa a pu s'assurer que les assentamentos choisis étaient représentatifs de la diversité existante en terme de types de sol, de systèmes de production, d'âge de l'assentamento, du nombre de familles installées et de l'existence ou non d'organisations collectives. La distance au siège du municípe et la facilité d'accès en voiture ont aussi été prises en compte. Ainsi trois assentamentos ont été retenus : Jiboia, Santa Clara Furadinho et Paraíso.

Santa Clara Furadinho est le plus ancien des assentamentos, les premières démarches ont été effectuées en 1988 mais les premières familles n'ont pu s'installer qu'à partir de 1993. Cet assentamento est constitué de zones montagneuses très pentues avec de nombreux affleurements rocheux. On y trouve également des zones plus fertiles et planes en bord de rivière. **Paraíso** a été créé en 1998. Il se situe sur les « chapadas » (plateaux). **Jiboia** est le plus récent des assentamentos puisqu'il n'a été créé officiellement qu'en 2003, bien que la lutte pour les terres ait débuté en 1997 (Goudet, 2005). Cet assentamento est également en zone de « chapadas », on y trouve une dominance de sols sablonneux à la fertilité naturelle très faible.

La coopération avec le CIRAD se traduit par l'adaptation des SCV à l'agriculture familiale au travers de systèmes agro-écologiques multi-espèces. En effet, le « projet Unaí » a appuyé la mise en place de culture de maïs en SCV en traction animale chez des producteurs des assentamentos de Jibóia, Santa Clara Furadinho et Paraíso.

2) *Présentation des systèmes de culture sous couverture végétale (SCV)*

Les systèmes de semis direct sous couvert végétal sont basés sur quatre principes agronomiques (Séguy et Bouzinac, 1996) :

1- L'**arrêt du labour** : Il n'y a donc pas de travail du sol et les perturbations du sol sont limitées. L'abandon du labour permet une meilleure cohésion entre les agrégats du sol et réduit ainsi les risques d'érosion (Scopel *et al.*, 2004b).

2- La **couverture permanente du sol**. Le couvert végétal peut être vivant ou mort, et peut être planté soit avant, soit après, soit pendant la culture principale. Cette couverture protège le sol des attaques climatiques, limite l'érosion et rend nécessaire l'abandon du labour et le semis direct.

3- Le **semis direct** : Le semis se fait au moyen d'un semoir spécialisé qui creuse un étroit sillon directement dans les résidus végétaux, et qui dépose la graine dans le mulch.

4- L'utilisation de **rotations** appropriées.

A cela s'ajoute le contrôle du couvert végétal et des mauvaises herbes, avant et après le semis, par l'application d'herbicides, au moins durant les premières années.

Il existe différents types de couvert végétal qui permettent de distinguer trois grands types de SCV : à « couvertures mortes », à « couvertures vivantes » et « mixtes » (Séguy et Bouzinac, 1996). Dans le cadre du projet « Unai » seuls les deux premiers types sont proposés :

Les SCV à couverture « morte » = le couvert végétal souvent appelé mulch est formé par le maintien des résidus de cultures sur le sol. Ces résidus peuvent provenir de la culture principale dite « commerciale », ils peuvent aussi être obtenus par dessiccation de la plante de couverture (destruction chimique au glyphosate), ou enfin ils peuvent être importés d'une autre parcelle.

Dans **les SCV à couverture « vivante »** = le couvert végétal est assuré par la plante de couverture dont la croissance est contrôlée par les herbicides. Ainsi, les parties aériennes sont desséchées avant le semis de la culture principale et la croissance de la plante de couverture est contrôlée pendant le développement de la culture principale. En effet la culture capte la lumière, de ce fait le rayonnement disponible pour la croissance de la couverture est faible. A la récolte de la culture principale, la lumière devient disponible pour la couverture dont la croissance accélère et permet la couverture du sol. Les plantes de couvertures proposées par le projet sont le *Brachiaria ruziziensis* et le *Cajanus cajan*.

En plus de réduire efficacement le problème de l'érosion des sols, (Bertol *et al.*, 2007, Scopel *et al.*, 2004a), les SCV peuvent avoir de effets sur les propriétés physiques, chimiques, hydriques et biologiques du sol.

La couverture permanente du sol réduit les phénomènes d'érosion éolienne et hydrique (Erenstein, 2003 ; Scopel *et al.*, 2005). Elle freine le ruissellement et favorise l'infiltration et la circulation verticale de l'eau en profondeur (Findeling *et al.*, 2003).

En conditions tropicales humides telles que celles des Cerrados, la décomposition des résidus végétaux de surface est toutefois très rapide (Corbeels *et al.*, 2006). C'est pourquoi, l'introduction d'une seconde plante de couverture (qui peut éventuellement être commerciale) longtemps après la récolte de la culture principale est indispensable pour protéger le sol durant toute l'année. De plus la couverture végétale retient une partie des pesticides utilisés par les producteurs, ce qui permet de réduire les niveaux de contamination des sols et des eaux (Scopel *et al.*, 2004b).

L'augmentation de l'humidité et la diminution des amplitudes thermiques à la surface du sol (Erenstein, 2003) permettent la création d'un microclimat favorable à l'activité biologique du sol (macro et micro faune du sol). Cela entraîne des modifications des propriétés physiques et chimiques du sol (Erenstein, 2003).

Enfin, les SCV sont aussi à la base de plusieurs modifications à moyen ou long terme de la dynamique de la matière organique du sol. Les pratiques spécifiques aux SCV aboutissent généralement à des quantités plus importantes de biomasse retournant au sol et finalement la matière organique tend à s'accumuler dans les parties supérieures du sol (Bernoux *et al.*, 1998).

3) Introduction des SCV dans les Cerrados au Brésil

Depuis les années soixante-dix, la modernisation et l'intensification de l'agriculture des Cerrados, notamment les systèmes de cultures conventionnels, ont engendré des problèmes d'érosion. Cela a motivé l'expansion des systèmes de culture sous couvert végétal (SCV) chez les grands producteurs. Ce n'est qu'en 1985 que l'adaptation des SCV pour l'agriculture familiale a débuté dans le Sud-Parana, par l'Institut d'Agronomie du Parana (IAPAR) (Ribeiro, 2001). Par la suite les SCV ont alors connu une diffusion encadrée par les structures de recherche-développement (EMBRAPA, IAPAR, APDC et FEBRAPD) chez les «petits» agriculteurs du sud du pays. Cette diffusion a permis notamment d'avoir 90 000 ha en semis direct pour l'agriculture familiale du Parana pendant l'année culturale 2000-2001 (Ribeiro F.M cité par Freud, 2005). Cependant cette technique demeure peu répandue chez les «petits» producteurs des Cerrados. Ce sont essentiellement les grands propriétaires terriens qui adoptent les SCV, de ce fait on estime qu'au début des années 2000, plus de 4 millions d'hectares étaient cultivés sous SCV dans la seule région centrale des Cerrados (Evers et Agostini, 2001).

La faible utilisation au sein de l'agriculture familiale résulte de plusieurs facteurs : tout d'abord les agriculteurs issus de la réforme agraire manquent de connaissances techniques et d'expérience agricole lorsqu'ils accèdent aux terres. De plus, il est fréquent que, pour subvenir aux besoins de la famille, les producteurs vendent leur main d'œuvre à l'extérieur, ce qui leur laisse peu de temps sur leur propre exploitation. Cependant cette technique permettrait de répondre aux problèmes de dépendance des services coûteux de location de tracteur pour le travail du sol.

III Problématique de stage

L'année précédente une étude a été menée pour savoir dans quelle mesure les systèmes de culture de maïs en SCV trouvent économiquement une place dans les différents types d'exploitations familiales des Cerrados. Il s'agissait de vérifier à l'aide d'un modèle d'exploitation l'intérêt économique des SCV pour les différents types de producteurs du municipe d'Unai issus de la réforme agraire.

Il avait été démontré que les activités d'élevage constituent une contrainte souvent mentionnée à l'adoption des systèmes de semis direct (Dounias, 2001). De ce fait, une analyse à l'échelle de l'exploitation a été réalisée afin de pouvoir intégrer les différents facteurs des systèmes « polyculture-élevage » et leurs interactions.

De cette étude, plusieurs conclusions ont été tirées. Tout d'abord, les assentados de Unai présentent une tendance à la spécialisation laitière. La vente de lait semble être l'activité la plus intéressante économiquement pour ces producteurs. De même la pratique du semis direct constitue une source d'avantages en terme de gain financier, de pénibilité du travail et de rendement. Pour ces systèmes de « polyculture-élevage », le modèle montre que le semis direct avec une plante de couverture serait d'autant plus intéressant, qu'il apporterait une ressource fourragère supplémentaire pendant la saison sèche.

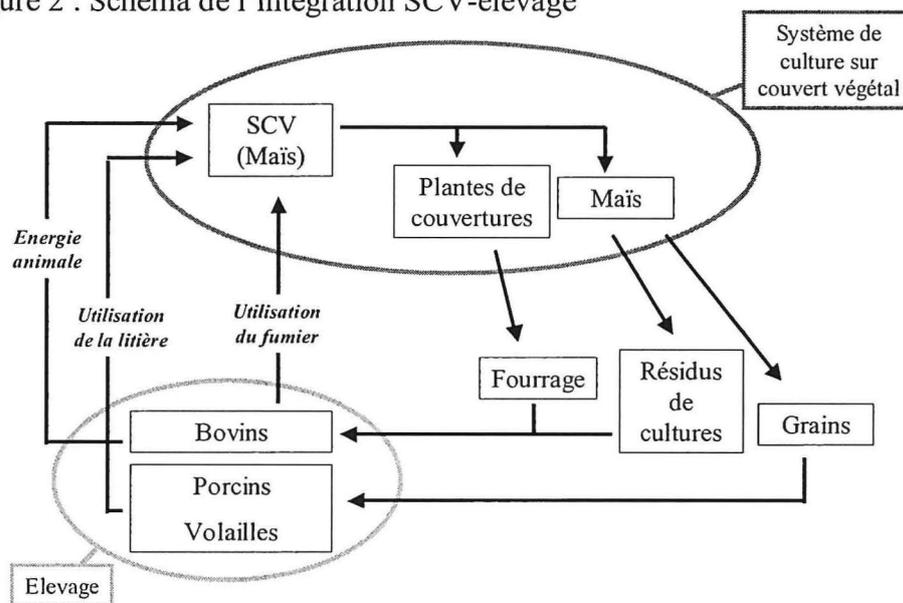
Cependant le modèle semble sous-estimer la place du petit élevage (porcs et volailles). Les recettes qu'il génère et les besoins en maïs grains ne sont pas recensés dans le modèle. En

effet la consommation de ces élevages doit être quantifiée pour estimer l'importance de la culture de maïs dans l'alimentation des porcs et des volailles.

D'après la littérature, l'élevage des porcs et des volaille est familial et valorise une alimentation pauvre (restes de cuisine, sous-produits de cultures...) (Brescia *et al.*, 2002). Or au vue des surfaces de maïs sur les exploitations (entre 0,8 et 1,7 ha), nous pouvons faire l'hypothèse qu'une partie de la production de maïs est valorisée à travers l'alimentation des porcs et des volailles. De plus la ration des volailles est souvent complétée avec des concentrés commerciaux, ce qui laisse à penser que cet élevage a une place relativement importante dans l'économie des exploitations.

Si nos hypothèses se confirment, l'intégration des SCV dans les exploitations des petits producteurs du municiple d'Unai fournirait divers avantages aux producteurs :

Figure 2 : Schéma de l'intégration SCV-élevage



Mon stage s'inscrit donc dans la continuité de cette étude. La place du petit élevage va donc être précisée à l'aide d'enquêtes ciblées sur les conduites d'élevage et la commercialisation.

Toutes les données recueillies seront intégrées dans le modèle de simulation qui a plusieurs objectifs :

- Comprendre la logique qui sous tend l'adoption par les assentados des systèmes de cultures du maïs en SCV en fonction des contraintes, des opportunités et des objectifs de chaque type de producteurs.
- Chez les producteurs visités, nous rencontrons deux types de SCV : Les SCV avec mulch simple et les SCV avec mulch et plantes de couverture. Notre étude se concentrera sur le deuxième type (SCV avec plantes de couverture). Ainsi nous pourrions tester l'introduction d'une innovation technique : la mise en place d'une culture de maïs associée à une plante de couverture : *Brachiaria ruziziensis* et *Cajanus cajan*.

L'objectif de notre étude peut maintenant être énoncé : vérifier à l'aide d'un modèle d'exploitation l'intérêt économique des SCV avec plantes de couverture pour les différents types de producteurs issus de la réforme agraire dans le municiple de Unai.

Partie 2 : Matériels et méthodes

I . Les enquêtes

A. Typologie des exploitations

Une première typologie a été effectuée en 2005 par Mathieu Goudet. L'échantillonnage des agriculteurs a été guidé par plusieurs critères :

- Représenter la diversité des unités de production identifiées par la typologie préétablie par l'Embrapa en 2002.
- Représenter la diversité des milieux biophysiques.

Cette typologie a été effectuée à partir d'une analyse statistique : l'AFC (analyse factorielle des correspondances) qui fait l'hypothèse que les variables définissant les premiers axes sont les plus discriminantes pour expliquer les différences entre les individus. De cette analyse, deux critères sont apparus comme essentiels pour expliquer la diversité :

- Les caractéristiques du système d'élevage en place (structure et mode de conduite).
- Les choix stratégiques pris dans l'exploitation dans le but de permettre le fonctionnement du système d'élevage.

Cette typologie a mis en évidence quatre types différents :

Type A : Ce sont des producteurs qui n'ont pas de bovins. Ce sont des agriculteurs qui viennent de s'installer et cherchent à satisfaire les besoins alimentaires de la famille via les cultures vivrières.

Type B : Ce sont des éleveurs qui ont quelques bovins, mais dont le système de production ne permet pas la vente de produits laitiers. Ces producteurs pratiquent soit une petite activité d'engraissement des bovins ou se préparent à une intensification laitière.

Type C : Ces producteurs produisent du lait en petite quantité qui peut éventuellement être transformé en fromage. Ces producteurs incluent l'élevage aux recettes de l'exploitation.

Type D : Les producteurs produisent plus de lait. Ils ont également une gestion de l'élevage plus intensive : Allotement, complémentation des rations via des concentrés commerciaux. Ici la production est basée sur l'élevage laitier.

En 2007, Stéphanie Alvarez a réactualisé cette typologie. En effet, il a été constaté une forte diminution du type A, plusieurs producteurs sont passés au type B dès qu'ils ont pu investir dans l'achat de bovins. Nous notons également qu'un nouveau groupe est apparu, il s'agit des éleveurs de bovins viande semi extensif. Cette pratique étant moins exigeante en main d'œuvre que la production laitière, elle permet l'exercice d'autres activités agricoles ou non. Nous pouvons nommer ce type E.

B. Choix des exploitations

Dans le cadre de notre étude trois de ces types ont été choisis :

Type B : Exploitations familiales avec quelques bovins et pas de vente de produits laitiers

Type D : Gestion plus intensive de l'élevage bovin avec une production laitière importante.

Type E : Producteurs de bovins viande semi extensif

Le réseau de « fermes de référence » et les connaissances des chercheurs Embrapa-Cirad ont permis de sélectionner six agriculteurs dans les trois assentamentos : Jiboia, Santa Clara Furadinho et Paraiso.

Tableau 1 : Agriculteurs choisis pour l'étude

Nom	Type d'exploitation	Assentamento	Appartenance au réseau de référence	Pratique du semis direct pour le maïs
Antonio	B	Jiboia	oui	oui
Zé alexio	B	Jiboia	non	oui
Lucio	D	Boã União-Paraiso	non	oui
Genilson	D	Santa Clara	oui	oui
Valdir	E	Paraiso	non	non
Zé Alexandre	E	Paraiso	oui	oui

Source : Alvarez, 2007

Cinq des producteurs enquêtés utilisent déjà les techniques de SCV pour la mise en culture du maïs, ce qui ne représente pas le réel taux d'adoption de cette technique dans les assentamentos. En effet le taux d'adoption moyen de cette technique dans les trois assentamentos se situe aux alentours des 11%.

Notre choix de producteurs reste justifié par le fait que l'étude vise à comprendre l'intérêt de l'adoption des SCV dans les différents types d'exploitation. De ce fait le taux d'adoption des SCV dans notre échantillon, ne représente pas un biais pour la suite de notre étude. Le but est de savoir si pour un type d'exploitation il y a une logique économique dans le choix des SCV, la démontrer et la quantifier. Nous faisons l'hypothèse que l'adoption des SCV peut être bénéfique pour l'élevage : En effet cette technique permet de meilleurs rendements en maïs, aliment de base des porcs et des volailles. De plus les plantes de couverture cultivées avec la culture principale représentent une source de fourrage supplémentaire pour l'élevage bovin.

C. Description des enquêtes

Les enquêtes ont été effectuées en binôme avec un technicien de l'Embrapa pour s'assurer de la compréhension des réponses. Plusieurs rencontres ont été nécessaires pour mener les enquêtes :

- Le but de la première visite était de connaître l'évolution des exploitations depuis un an. Pour cela nous sommes partis des données de 2007 et les principaux thèmes abordés concernaient la structure de la famille et de la main d'œuvre, les objectifs de valorisation des cultures et des bovins, le foncier, l'élevage bovin, les activités non agricoles, les dépenses et la trésorerie du ménage.

- La deuxième visite visait à approfondir la place et le rôle de l'élevage des porcs et des volailles dans les systèmes : les enquêtes étaient orientées sur les objectifs de valorisation, les conduites d'élevage et la gestion de l'alimentation des porcs et des volailles.

- Enfin une troisième visite était réservée à une discussion ouverte avec les producteurs afin de valider ou d'approfondir certains aspects peu clairs.

Les questionnaires des enquêtes sont présentés en Annexe 2 et 3. Le résumé des données recueillies est présenté dans le tableau 2.

Tableau 2 : Détail des données recueillies au cours des enquêtes.

Visites	Thèmes	Données recueillies
1ère visite: Evolution des exploitations depuis 2007	Historique de l'exploitation	Année et circonstances de l'installation Activités antérieures Mise en place de l'élevage
	Structure de la famille et de la main d'œuvre	Caractéristiques des membres de la famille Prise de Décision Activités des membres de la famille
	Objectifs de valorisation	Commercialisation des cultures Commercialisation des bovins Marchés
	Description du foncier	Allocation des terres Vente et location des terres Estimation de la production Stocks effectués Mise en défens Utilisation et transformation des produits agricoles SCV
	Etat des lieux et mode de conduite du cheptel bovin	Evolution du stock Elevage (Naissance, mode de conduite, prix de vente et d'achat, production laitière) Recettes Gestion de l'alimentation Achats d'aliments
	Activités non agricoles	Description
	Dépenses et trésorerie du ménage	Equipement Dépenses du ménage (Scolarité, santé, alimentation, dépenses exceptionnelles) Crédits
2ème visite: Elevages avicole et porcin	Etat des lieux des élevages avicole et porcin	
	Objectifs de valorisation	Commercialisation Marchés
	Conduite de l'élevage avicole	Allotement Ponte Elevage de chair Mise en marché et prix des produits Consommation familiale de volailles
	Conduite de l'élevage porcin	Allotement Elevage des truies et naissances Elevage des porcelets et des cochettes Mise en marché et prix des produits Consommation familiale de porcs
	Gestion de l'alimentation	Types d'aliments Achats d'aliments

II . Le modèle d'exploitation

A. Choix du modèle de base

Pour répondre à la problématique de l'étude, le choix s'est porté sur un modèle de simulation de la décision stratégique d'une exploitation. En d'autres termes, le modèle permet de comprendre le processus de décision des différents types de producteurs.

En effet ce choix a plusieurs intérêts :

- Il permet l'analyse des interactions entre les différents systèmes présents sur une exploitation, donc la compréhension de l'intégration agriculture-élevage.

- Il permet de saisir le processus de décision des producteurs sous multiples contraintes (techniques, sociales, financières).
- Ce type de modèle peut simuler sur plusieurs périodes. Il s'agit d'un modèle récursif et dynamique.

L'objectif d'un modèle est d'optimiser une fonction d'utilité sous contraintes. Dans notre étude, il s'agit d'un modèle mathématique en programmation linéaire dont l'objectif sera la maximisation du revenu de l'exploitation en fonction de son évolution dans le temps et sous un ensemble de contraintes.

De plus nous avons choisi de simuler des exploitations réelles dans le but de faciliter la validation du modèle. En effet les valeurs obtenues par simulations peuvent être comparées aux valeurs obtenues sur le terrain grâce aux enquêtes. Ce choix fait tout de même courir le risque d'aboutir à la représentation particulière des exploitations en cherchant à contraindre le modèle à se rapprocher des réalités. Il est donc important de vérifier que les simulations rendent compte des principales logiques en terme de choix des techniques culturales et de la gestion du troupeau de bovins pour chaque exploitation (Alvarez, 2007).

B. Construction et utilisation du modèle

Ce modèle a été conçu à l'aide du logiciel GAMS (Generalized Algebraic Modeling System) version 22.5 ; son langage s'écrit à l'aide de formulations algébriques concises.

La structure générale du modèle est présentée en Annexe 4. Le modèle est construit autour de trois grands thèmes qui sont les cultures, l'élevage et la famille. La modélisation du petit élevage sera décrite dans la partie 3.II.

1) Les systèmes de culture

- Le modèle prend en compte les différentes natures du sol. C'est un facteur déterminant pour le type de culture et les rendements possibles. Nous avons considéré trois types de sol:

La terra de cultura {tcult} : Ce sont des sols alluviaux et/ou colluviaux présents aux bords des cours d'eau ou au pied des collines. Ils permettent toutes les cultures vivrières et les pâturages.

Les latosols {latosol} : Ce sont des sols acides caractéristiques des plateaux. Comme pour la « terra de cultura », nous pouvons retrouver tous les types de cultures sur ce sol ainsi que de la végétation naturelle {patnat} et des réserves légales {reserve}.

Les cambisols {cambisol} : Ce sont des sols caillouteux et fragiles que l'on retrouve sur les pentes des « chapadas ». On ne trouve sur ces sols que des pâturages semés ou naturels et des réserves légales.

- Dans le modèle, nous avons pris en compte les principales cultures rencontrées dans le municipe :

Les cultures annuelles : Maïs, riz, manioc et sorgho. La vente de ces cultures est très rare mis à part pour le manioc qui peut être transformé et vendu sous forme de « farinha » (farine de manioc). Dans le modèle nous ne considérons que la vente de farinha, de maïs et de riz. En terme d'alimentation, le maïs grain entre en grande partie dans l'alimentation du petit élevage et les pailles peuvent être valorisées par les bovins sous forme de pâturage des résidus de culture directement sur la parcelle. L'ensilage de maïs n'est utilisé que par les éleveurs de bovins lait, nous pouvons supposer que le coût de transformation poussent les assentados à utiliser d'autres ressources comme la canne à sucre par exemple.

Le sorgho est très peu utilisé dans les assentamentos étudiés, mais nous l'avons considéré dans le modèle comme une alternative possible puisqu'il pourrait être utilisé de la même façon que le maïs.

Les cultures fourragères : *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* et *Pennisetum purpureum*. *B. Brizantha* et *P. purpureum* sont des cultures pérennes qui sont plantées dans le but de compléter la ration des bovins durant la saison sèche. *B. ruziziensis* est plus utilisé dans le cas d'une association avec le maïs. Cette catégorie comprend également la canne à sucre qui est particulièrement utilisée en élevage laitier. La canne à sucre est broyée avant d'être distribuée aux animaux. Cette complémentarité permet aux éleveurs d'amoindrir la diminution de la production de lait pendant la saison sèche, où les pâturages sont moins productifs.

Les pâturages semés : *Brachiaria brizantha* et *Andropogon gayanus* : Cinq producteurs sur six ont planté du *Brachiaria* et la moitié ont également des pâturages d'*Andropogon*. Ces espèces de graminées sont les plus utilisées pour le pâturage des bovins qui s'effectue directement sur la parcelle tout au long de l'année.

La végétation naturelle et les réserves légales : Beaucoup de lots possèdent encore des parcelles de végétation native qui n'ont pas été défrichées. Elles peuvent être valorisées par la pâture ou défrichées pour être cultivées. Les réserves légales sont des surfaces où il est normalement interdit de produire. Les réserves peuvent être :

- des réserves collectives quand elles sont regroupées en un ou deux grands ensembles. Dans ce cas, l'interdiction de ne pas produire est respectée car les réserves représentent un bien collectif. C'est le cas à Paraiso.

- les réserves peuvent aussi être morcelées en fonction de la topographie du milieu. Ainsi dans les assentamentos de Jiboia et Santa Clara, chaque assentado compte une parcelle de réserve légale sur son lot. Dans ce cas de figure, il est fréquent que l'interdiction d'utilisation ne soit pas respectée et les parcelles sont cultivées ou utilisées comme parcours.

- Enfin le modèle prend en compte les différents itinéraires techniques qui s'offrent aux producteurs :

La technique conventionnelle {conventionnel} : Avant la mise en place des cultures, le sol est labouré mécaniquement.

La technique de semis direct sur résidus de cultures {SD} : Cette technique n'est praticable que pour le maïs.

La technique de semis direct avec plantes de couverture {SD_Cajanus} et {SD_Brachiaria} : Le maïs est associé à une plante de couverture qui est semée entre les rangs du maïs. Le couvert végétal sera semé et détruit totalement par dessiccation chaque année.

La technique parcours : C'est une technique fictive créée pour représenter la « non mise en culture » de la végétation naturelle.

Associés à ces cultures, le modèle contient les paramètres de productions végétales (quantité de production, valeurs nutritives) et les besoins (financiers, matériels et de main d'œuvre) nécessaires à la mise en place, l'entretien et la récolte des cultures.

2) L'élevage bovin et les chevaux

L'élevage bovin est représenté par les **deux grands types de bovins** rencontrés :

- Les bovins à dominance zébus (race Nélоре ou Gir) {zebu} dont l'élevage est axé sur une production de viande.

- Les animaux croisés avec des races européennes à forte productivité laitière de type Holstein {cross}.

Les animaux sont caractérisés par leur sexe (mâle ou femelle), leur stade physiologique (veau, jeune, adulte) et leur âge (de 1 à 10 ans).

Le modèle suit la **dynamique du troupeau** et permet de transférer les stocks d'animaux d'une saison à l'autre et d'une année sur l'autre. Cela implique qu'il intègre les paramètres de reproduction (Ex : Taux de reproduction entre 65 et 70%) et le taux de mortalité qui est appliqué à chaque passage de saison. Les animaux ne peuvent pas rester plus de 10 ans sur l'exploitation.

Pour limiter la spéculation sur les achats et les ventes, les veaux ne peuvent pas être vendus avant la fin du sevrage et les animaux sont obligés de rester au moins une période sur l'exploitation avant de pouvoir être vendus.

Les besoins des animaux sont déterminés en fonction de leur sexe et de leur âge. Ils sont exprimés en terme de matière sèche {DM}, matière azotée digestible {TDN} et protéines brutes {CP}. Les besoins sont couverts par la production de l'exploitation mais des aliments et compléments alimentaires (concentrés, sels minéraux) peuvent être achetés. Enfin à chaque animal correspond un temps de travail nécessaire déterminé en fonction du type de bovin et qui comprend l'alimentation, la traite et l'entretien.

La **production laitière** est fonction du type de bovin, de leur âge et du stade de lactation. Les variations de production ont été simplifiées en utilisant une production annuelle calculée avec un volume journalier différent en fonction de la période et du type de vache (zébus ou cross).

Le lait peut être consommé par la famille ou vendu lorsqu'il y a un tank à lait à proximité de l'exploitation, ce qui n'est pas le cas dans l'assentamento de Jiboia pour {farm1} et {farm2}.

Enfin dans le but de respecter les orientations de production (lait ou viande), nous avons intégré au modèle un coefficient de perception du temps de traite. Il a pour but de quantifier la perception de la pénibilité du travail de l'activité laitière selon les dires des producteurs.

La **production de viande** n'est représentée dans le modèle que par la vente d'animaux vivants essentiellement de type zébus.

En ce qui concerne les **chevaux**, l'évolution de leur effectif suit la logique des bovins mais de façon simplifiée puisque l'on ne prend plus en compte les stades physiologiques. Les chevaux présents sur l'exploitation sont utilisés pour le travail des cultures. L'achat d'un cheval peut donc être considéré comme un investissement dans l'équipement.

3) *La famille*

Le modèle inclut les besoins alimentaires et financiers de la famille. Il intègre aussi la force de travail que chaque membre de la famille est susceptible d'apporter. Enfin le modèle tient compte de la possibilité d'exercer une activité extérieure.

Le modèle doit donc maximiser le revenu de l'exploitation tout en répondant aux besoins familiaux. Il doit donc intégrer des contraintes :

- **Contrainte sur le foncier** : Le foncier est considéré comme stable, il n'y a ni vente, ni achat, ni location. En effet de par les contrats avec l'INCRA et la difficulté à trouver de nouveaux lots, les producteurs n'ont aucun intérêt à vendre les terres.

- **Contrainte de main d'œuvre** : Des contraintes ont été mises en place pour éviter que toute la main d'œuvre ne soit vendue en dehors de l'exploitation. Les heures de travail agricole sont limitées: 8h pour les hommes, 1/8 de la journée pour les femmes car nous avons constaté que les femmes ne participent que très peu aux travaux agricoles, elles partagent leur temps entre les tâches familiales, le petit élevage et le jardin familial (« quintal »). Le temps de travail des enfants est très réduit dans le modèle car ils ne sont sur l'exploitation que la moitié de la journée, l'autre moitié ils sont à l'école, et leur force de travail est beaucoup moins importante que celle d'un adulte.

Le modèle prend en compte la vente de main d'œuvre du chef de famille à l'extérieur de l'exploitation {LAOFF}, mais aussi la possibilité de location de main d'œuvre saisonnière sur l'exploitation {REQWORK}.

- **Contrainte financière** : La trésorerie doit toujours être positive pour pouvoir couvrir les besoins de la famille. Pour cela le décideur peut utiliser des crédits à court terme de type PRONAF A/C. Il s'agit d'un crédit annuel de 3000 R\$ sans taux d'intérêt. Le décideur peut également épargner, le montant épargné sera alors valorisé à 1% dans l'équation du revenu {REV (ex,ye)}.

Dans l'équation finale, tous les flux financiers de l'exploitation sont pris en compte et les stocks sont valorisés.

4) L'horizon de planification

Dans le modèle, l'horizon de planification est de sept ans, c'est à dire que le revenu doit être maximisé sur l'ensemble de cette période.

Pour l'interprétation des résultats, nous ne nous sommes basés que sur les cinq premières années de simulation. En effet, le modèle nécessite encore quelques réglages sur les deux dernières années de simulation. Pour augmenter le revenu, toutes les productions sont déstockées en {an7}. Ainsi pour éviter le biais lié au déstockage, nous nous limitons à une période de simulation de cinq ans.

Une nouvelle calibration du modèle a été effectuée, toujours via la comparaison des simulations à la réalité observée. Cela nous a permis de vérifier les paramètres d'entrées et les contraintes du modèle. Ensuite nous avons testé toutes les exploitations dans les conditions de référence, c'est à dire sans l'introduction de systèmes de culture de semis direct avec plante de couverture, cette étape est exposée dans la partie 4. Enfin des scénarios ont été définis pour pouvoir tester l'introduction du semis direct avec plante de couverture et comprendre l'intérêt économique qu'ils peuvent représenter pour les différents types d'exploitations.

Partie 3. Evolution des exploitations et modélisation du petit élevage

I. Evolution des exploitations depuis 2007

A. Evolution foncière

Les surfaces des six exploitations sont restées identiques d'une année sur l'autre. Aucun achat ni vente de parcelles n'a été effectué. Ceci s'explique par plusieurs facteurs :

- Dans le cadre de la réforme agraire, l'INCRA accorde un droit d'exploitation des terres de 10 ans. Les producteurs ne deviennent propriétaires qu'une fois ce délai passé. Tous les agriculteurs enquêtés sont installés depuis moins de 10 ans, ils n'ont donc pas la possibilité de vendre.

- L'achat des terres reste à ce stade impossible, car les producteurs n'ont pas les moyens d'investir dans les terres. Cependant beaucoup de producteurs notamment ceux qui se spécialisent dans la production laitière aimeraient posséder plus de terres pour avoir des pâturages plus importants et de meilleure qualité.

Enfin la location des terres reste très rare. Sur les six exploitations enquêtées, seul un producteur, {farm6}, a loué des terres cette année car il avait un surplus de pâturage, mais cette pratique reste également exceptionnelle pour lui.

Les surfaces cultivées sont aussi sensiblement identiques à l'année précédente. Selon les dires de deux producteurs, {farm3} et {farm6}, les surfaces de pâturages et de canne à sucre seraient régulées en fonction du nombre de têtes de bovins. En effet ces deux producteurs souhaitent augmenter la taille de leur cheptel, mais pour eux cela passe au préalable par une augmentation des fourrages.

Néanmoins aucun changement significatif n'a été enregistré au cours des enquêtes.

En ce qui concerne les SCV, cette pratique reste encore nouvelle pour tirer des conclusions pertinentes sur son adoption. En effet les premiers producteurs à utiliser les SCV ont débuté en 2004. Sur les six exploitations enquêtées seules trois pratiquent les SCV avec plantes de couverture, deux pratiquent le semis-direct sur mulch simple et un producteur plante ses cultures en conventionnel, selon ses dires, l'irrégularité topographique de sa terre ne lui permet pas de faire du semis-direct avec plantes de couverture.

B. Evolution de l'élevage bovin

L'élevage bovin est le plus important dans toutes les exploitations enquêtées. Les races les plus rencontrées sont des bovins zébus (*Bos indicus*) de race Nélоре, mais l'on trouve également beaucoup de races croisées avec des hollandaises (Holstein) notamment pour leur forte productivité laitière, en moyenne 3000 l/an.

Tableau 3 : Evolution de l'élevage bovin entre 2007 et 2008

Producteurs	Nombre de bovins en 2007	Nombre de vaches dans le troupeau (2007)	Nombre de bovins en 2008	Nombre de vaches dans le troupeau (2008)	Orientation de la production
Antonio	4	1	6	3	Lait pour autoconsommation Activités extérieures
Zé alexio	1	1	3	1	Polyculture-élevage Transformation de produits
Lucio	37	17	43	28	Lait
Genilson	20	8	21	9	Lait
Valdir	30	4	25	2	Viande
Zé Alexandre	26	9	32	8	Viande Activités extérieures

Nous allons nous intéresser au cas particulier de chaque exploitation. L'année dernière, les enquêtes ont permis d'estimer la biomasse possible à extraire en matière verte pour chaque culture (Annexe 5). Ces données ont participé au calcul des bilans fourragers dont le détail est présenté en annexe 6. Les bilans fourragers ont été calculés pour les pâturages dans le but de comprendre les différences de complémentation en saison sèche.

1) Antonio : Exploitation de polyculture-élevage et activités extérieures

Antonio et sa famille se sont installés dans l'assentamento de Jiboia en 2000. Les activités extérieures pratiquées par le chef de la famille (mécanique, installations d'antennes ou mise en place des systèmes d'irrigation chez d'autres producteurs) représentent le revenu principal de l'exploitation. Antonio ne commercialise pas ses bovins, seulement quelques mâles s'il a un besoin financier.

Antonio est dans l'attente de l'achat d'un tank à lait collectif dans l'assentamento de Jiboia pour démarrer une activité laitière. Pour le moment toute la production est autoconsommée. L'intensification de sa production passera également par l'achat de vaches de race Holstein dont l'alimentation sera assurée par les pâturages de l'exploitation : 9,4 ha de pâturages naturels, 7 ha de *Brachiaria brizantha* et 0,1 ha de *Pennisetum purpureum*. Ces pâturages offrent un disponible fourrager dont l'utilisation actuelle ne dépasse pas les 29,19% en saison sèche.

Tableau 4 : Bilan fourrager de l'exploitation d'Antonio {farm1}

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	25043,2	2223,46	8,90%
Saison sèche	152	5409,6	1579,28	29,19%

Tableau 5 : Alimentation des bovins sur l'exploitation d'Antonio {farm1}

Race	Age des animaux	Alimentation en saison humide (kg/j/animal)	Alimentation en saison sèche (kg de matière verte/j/animal)
Nélore (Type zébus)	Vache (de 4 à 10 ans)	Pâturage 150g de supplémentation minérale	10 kg de <i>Pennisetum purpureum</i> 150g de supplémentation minérale 10kg de canne à sucre
	Veau et vèle (de 1 à 4ans)	Pâturage 50g de supplémentation minérale	3 kg de <i>Pennisetum purpureum</i> 50g de supplémentation minérale 3kg de canne à sucre

L'alimentation des bovins est essentiellement basée sur le pâturage et complétementée par de la canne à sucre en saison sèche. A cette période, Antonio exploite aussi le *Pennisetum purpureum*. En effet le *Pennisetum purpureum* a l'inconvénient de donner à partir de la deuxième moitié de la saison sèche un fourrage ligneux alors qu'à cette période la canne est encore riche en énergie. Toute l'alimentation est produite sur l'exploitation, excepté le supplément minéral qui est acheté à la Capul (125 R\$/an).

2) Zé Alexio : Exploitation de polyculture-élevage et vente de rapadura

Zé Alexio vit également dans l'assentamento de Jiboia. Il est aussi dans l'attente du tank collectif pour démarrer une production laitière. Zé Alexio possède déjà une vache, un veau et une vèle de race Gir croisés avec une race hollandaise. L'achat du tank par l'association de l'assentamento est prévu pour cette année, de ce fait Zé Alexio commence à investir pour augmenter son nombre de bêtes, c'est pourquoi il est passé de un à trois bovins entre 2007 et 2008. Pour le moment une partie du lait produit sur l'exploitation est autoconsommée.

L'autre partie est valorisée sous forme de fromage (16 kg/mois) qui est vendu dans l'assentamento ou à Unai à environ 6 R\$/kg. Le développement d'une activité laitière lui permettrait de diversifier ses revenus. En effet, le faible nombre de bêtes ne lui permet pas de vendre des animaux et donc de tirer un revenu de cette activité d'élevage. L'essentiel du revenu est assuré par la vente de la rapadura qui est un produit transformé à partir de la canne à sucre.

De la même façon que pour Antonio, les pâturages présents sur l'exploitation (4 ha de *Brachiaria* et 11 ha de pâturages naturels) suffiront à l'alimentation de plus de bêtes dans le cas d'une activité laitière (Tableau 6). Cependant Zé Alexio prévoit de défricher quelques hectares de pâturages naturels pour augmenter sa surface de *Brachiaria brizantha*.

Tableau 6 : Bilan fourrager de l'exploitation de Zé Alexio {farm2}

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	11245,36	1169,37	10,40%
Saison sèche	152	4498,14	829,92	18,45%

Tableau 7 : Alimentation des bovins sur l'exploitation de Zé Alexio {farm2}

Race	Age des animaux	Alimentation en saison humide (kg/j/animal)	Alimentation en saison sèche (kg de matière verte/j/animal)
Croisée (Gir X hollandaise)	Vache (de 4 à 10 ans)	Pâturage 1kg de complément protéique	Pâturage 1kg de complément protéique
	Veau et vèle (de 1 à 4ans)	Pâturage 100g de complément protéique	Pâturage 1kg de complément protéique

L'alimentation des bovins est basée sur le pâturage. Le complément protéique apporté aux animaux est fabriqué par Zé Alexio lui même. Il s'agit d'un complément à base de soja et de maïs. De ce fait aucun aliment n'est acheté pour l'alimentation bovine, tout est produit sur l'exploitation.

3) *Lucio : Exploitation d'élevage laitier intensif*

Depuis 2005, Lucio a entamé un processus de spécialisation laitière. Pour cela il augmente chaque année son nombre de bovins, il a investi dans un tank à lait individuel (500 l) et une trayeuse mécanique. L'objectif de Lucio est d'améliorer la qualité génétique de son troupeau. Il pratique lui-même l'insémination artificielle grâce à des paillettes de semence achetées à la Capul. Actuellement la production de lait de cette exploitation s'élève à 300 l/j pendant la saison humide et 100 l/j pendant la saison sèche. Pour Lucio l'amélioration de sa production de lait va également passer par une amélioration de la qualité de la complémentation en saison sèche. Dans ce sens Lucio a l'intention de planter une aire supplémentaire de canne à sucre (« canavial ») sur l'exploitation pour être autosuffisant en terme de fourrage.

Dans le but de gérer ses pâturages, Lucio pratique des rotations sur ces parcelles pour assurer l'alimentation de son troupeau en saison sèche.

Lucio pratique l'allotement pour la gestion de son élevage laitier, il conduit son troupeau en 4 groupes : Les vaches en production, celles au repos, les veaux, et les génisses et les vèles
En effet comme dans toutes les exploitations, l'alimentation des bovins en saison humide est essentiellement basée sur le pâturage, Lucio possède 24 ha de *Brachiaria brizantha* :

Tableau 8 : Bilan fourrager de l'exploitation de Lucio {farm3}

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	74726,4	32145,96	43,02%
Saison sèche	152	18547,2	22939,84	123,68%

Tableau 9 : Alimentation bovine sur l'exploitation de Lucio {farm3}

Race	Age des animaux	Alimentation en saison humide (kg/j/animal)	Alimentation en saison sèche (kg de matière verte/j/animal)
{cross}	Vache (de 4 à 10 ans)	Pâturage 5kg de concentré avec 22% de protéines	Pâturage la nuit 15 kg d'ensilage de maïs 30 kg de canne à sucre 5kg de concentré avec 22% de protéines
	Veau et vèle (de 1 à 4ans)	Pâturage 1kg de concentré avec 22% de protéines	Pâturage la nuit 5 kg d'ensilage de maïs 10 kg de canne à sucre 1kg de concentré avec 22% de protéines

En saison sèche, les pâturages de cette exploitation ne suffisent pas à couvrir les besoins du troupeau, c'est pourquoi Lucio complète de façon importante la ration durant cette période. L'utilisation de l'ensilage de maïs permet d'assurer un bon niveau alimentaire aux animaux en production durant la saison sèche. Ainsi la production laitière est sécurisée.

Lucio produit tous les aliments sur l'exploitation, excepté une partie de la canne à sucre qu'il doit acheter. Cet achat se fait soit chez un autre producteur de l'assentamento qui aurait un surplus de production, soit par l'intermédiaire de la Capul à Unai (à 70km). Le prix de vente de la canne à sucre est d'environ 15 R\$/kg (environ 5,5 euros/kg). La canne à sucre est très utilisée dans l'élevage laitier, en effet, elle présente plusieurs avantages : tout d'abord il s'agit d'une source d'énergie dans la ration. Ensuite c'est une plante que les producteurs peuvent facilement mettre en place par bouturage. Enfin c'est une plante qui présente une résistance relativement bonne de par son système racinaire profond.

4) Génilson : Exploitation d'élevage laitier intensif

Génilson s'est lancé dans la production laitière en 2005. Son objectif actuel est l'amélioration génétique de son troupeau dans le but de produire plus de lait. Génilson conduit son troupeau en deux lots. Il sépare les vaches en production des jeunes, ce qui lui permet de contrôler la production de lait et l'alimentation :

Tableau 10 : Bilan fourrager de l'exploitation de Génilson {farm4}

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	28956,48	12564,87	43,39%
Saison sèche	152	10641,84	8966,48	84,26%

Tableau 11 : Alimentation bovine sur l'exploitation de Génilson {farm4}

Race	Age des animaux	Alimentation en saison humide (kg/j/animal)	Alimentation en saison sèche (kg de matière verte/j/animal)
{cross}	Vache (de 4 à 10 ans)	Pâturage 2kg de concentré avec 22% de protéines	15 kg d'ensilage de maïs 15 kg de canne à sucre 2kg de concentré avec 22% de protéines
	Veau et vèle (de 1 à 4ans)	Pâturage 1kg de concentré avec 22% de protéines	5 kg d'ensilage de maïs 5 kg de canne à sucre 1kg de concentré avec 22% de protéines

La majorité des pâturages semés de cette exploitation sont composés de *Brachiaria brizantha* (8,3 ha contre 3h d'*Andropogon gayanus*). Le *Brachiaria brizantha* est très souvent employé en élevage laitier et préféré à l'*Andropogon gayanus*. Il présente des valeurs nutritives et une digestibilité intéressantes. En effet le *Brachiaria* forme un couvert bas qui se densifie au cours du temps, il contient donc très peu de cellulose. A l'inverse, l'*Andropogon gayanus* présente un port dressé avec beaucoup de ramifications, il est donc riche en cellulose. Il fournit un apport en azote important mais il est pauvre en énergie. Cette espèce de *Brachiaria* est préférée au *Brachiaria ruziziensis* car elle est moins sensible aux attaques entomophiles et au piétinement des animaux.

Génilson est lui aussi dans un processus d'intensification laitière et nous constatons que les rations de la saison sèche sont identiques à celles préparées par Lucio {farm3}.

De même la superficie de canne à sucre (1 ha) ne permet pas à Génilson d'être autosuffisant.

5) Valdir : Exploitation spécialisée dans l'élevage de bovins viande

Valdir a une activité de naisseur-engraisseur qu'il souhaiterait développer en augmentant son nombre de têtes. Pour cela il défriche actuellement une partie de sa parcelle en végétation naturelle pour y planter de nouveaux pâturages.

Valdir ne veut pas se spécialiser dans la production laitière, cela demande trop de travail et de main d'œuvre. Le lait produit est transformé en fromage (1kg/j) et vendu.

Intéressons nous maintenant à l'alimentation du troupeau de Valdir :

Tableau 12 : Alimentation bovine de l'exploitation de Valdir {farm5}

Race	Age des animaux	Alimentation en saison humide (kg/j/animal)	Alimentation en saison sèche (kg de matière verte/j/animal)
Nélore (type zébus)	Tout le troupeau	Pâturage 35 g de supplémentation minéral	Pâturage 35 g de supplémentation minéral 55 g de concentré protéique (K-Lamb)

L'orientation de Valdir dans l'élevage viande se traduit dans la gestion de l'alimentation du troupeau. Contrairement à l'élevage laitier, les rations ne sont que peu complémentées en saison sèche. Seul un concentré protéique (K-Lamb) acheté à la coopérative (Capul) est distribué aux animaux. Les 12,5 ha de *Brachiaria brizantha* et les 4,5 ha d'*Andropogon gayanus* permettent à Valdir d'être autosuffisant en termes de fourrage (Tableau 13), seuls le concentré et le supplément minéral sont achetés.

Tableau 13 : Bilan fourrager de l'exploitation de Valdir {farm5}

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeaux (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	57416,3	9344,31	16,27%
Saison sèche	152	14530,36	6668,24	45,89%

6) Zé Alexandre : Elevage de bovin viande et activité extérieure

Zé Alexandre a également une activité de naisseur-engraisseur, mais actuellement son troupeau représente surtout un capital sur pied car les ventes et les achats sont encore faibles. Dans cette exploitation le principal revenu provient des activités extérieures, Zé Alexandre effectue beaucoup de travaux de maçonnerie dans l'assentamento.

La gestion du troupeau pourrait être qualifiée d'extensive car l'alimentation est basée sur les pâturages. La gestion des pâturages passe par une mise en défens des parcelles pendant 4 à 5 mois durant la saison humide pour assurer l'alimentation en saison sèche :

Tableau 14 : Bilan fourrager de l'exploitation de Zé Alexandre {farm6}

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	90470,52	12518,01	13,84%
Saison sèche	152	25784,02	8933,04	34,65%

L'alimentation des bovins de cette exploitation est identique à celle de Valdir. En effet ici aussi la ration n'est constituée que de pâturages pendant la saison humide et complétée avec un concentré protéique durant la saison sèche :

Tableau 15 : Alimentation bovine sur l'exploitation de Zé Alexandre {farm6}

Race	Age des animaux	Alimentation en saison humide (kg/j/animal)	Alimentation en saison sèche (kg de matière verte/j/animal)
Nélore et Gir (types zébus)	Tout le troupeau	Pâturage	Pâturage 70 g de supplémentation minéral 135 g de concentré protéique (K-Lamb)

Les 2/3 des pâturages sont plantés avec de l'*Andropogon gayanus* (20 ha), le reste est semé en *Brachiaria brizantha* (10 ha). Ce choix est en adéquation avec l'orientation vers un élevage viande. Contrairement à l'élevage laitier, l'élevage de bovin viande est basé sur du long terme, de ce fait l'*Andropogon gayanus* convient à ce type d'élevage.

Nous noterons que les pratiques de gestion sont quelques peu différentes en fonction des productions : les éleveurs de bovins lait pratiquent tous l'allotement des animaux à l'inverse des éleveurs de bovins viande. Ceci leur permet d'adapter l'alimentation en fonction des stades physiologiques des animaux et de contrôler la production laitière. Ainsi les vaches en production sont toujours séparées des autres animaux.

Suite aux calculs de rations (Annexe 7), nous avons également pu constater que {farm3} et {farm4} qui sont spécialisés dans la production laitière, assure la couverture des besoins alimentaires de leur bêtes toute l'année. Les autres producteurs qui n'ont pas d'objectifs de production, limitent l'achat de concentré au détriment des besoins des animaux.

L'alimentation étant essentiellement basée sur les pâturages, tous les producteurs effectuent des mises en défens des pâturages pendant la saison des pluies. La durée de ces mises en défens est variable, elle dépend du nombre de bêtes dans le troupeau et des surfaces disponibles. Elle s'étend de un à cinq mois dans les exploitations enquêtées.

Par contre il n'y pas de gestion des naissances qui sont étalées sur toute l'année.

Pour les ventes d'animaux, les producteurs se rendent à Unai (entre 50 et 70 km en fonction des assentamentos) pour rencontrer les acheteurs. Ensuite, c'est l'acheteur qui se déplace sur l'exploitation pour voir et acheter les animaux. De ce fait les éleveurs n'ont pas de charge de transport. Le prix est estimé en fonction du poids, de la race et de l'âge de l'animal.

II. Modélisation du petit élevage

Actuellement, dans les exploitations familiales brésiliennes, le petit élevage de porcs et de volailles est une production aux objectifs multiples : source d'alimentation humaine, complément de revenus à court et moyen terme et épargne sur pied. Dans la majorité des cas, ce sont les femmes et les enfants qui s'occupent de ces élevages. En règle générale, le nombre d'animaux est faible, il s'agit très souvent d'un élevage de « basse-cour » où les éleveurs s'occupent peu de leurs animaux.

A. Modélisation des systèmes d'élevage porcin

1) Dynamique démographique

Dans le modèle, les animaux ont été caractérisés par leur sexe, leur stade physiologique (porcelet, cochette, verrat et truie) et leur âge (de 0 à 5 ans). Cela permet au modèle de suivre l'évolution du stock d'animaux et son vieillissement au cours des saisons et des années de simulation. De plus le modèle prend en compte divers paramètres :

- Paramètres zootechniques de reproduction :
 - Nombre de porcelets et cochettes par portée /11/;
 - Nombre de portées par an /2.55/;
 - Nombre de verrats par truie /0.05/
 - Taux de mortalité avant sevrage /0.10/;
 - Durée de lactation (en jours) /21/
 - Intervalle entre les saillies (en jours) /77/
 - Durée de gestation (en jours) /45.6/
 - Durée intervalle sevrage saillie (en jours) /15/;

Ces paramètres sont issus de la base de données ALIVE créée par le CIRAD.

- Taux de mortalité par sexe et par âge.
- Les variations de stock en termes de ventes, d'achats, de consommation et de renouvellement.

Les animaux ne peuvent pas rester plus de 5 ans sur l'exploitation, ensuite ils doivent être réformés.

2) Mode de conduite

a) Consommation

L'alimentation des porcins est uniquement constituée de maïs. Lors de l'engraissement, deux producteurs ajoutent au maïs du petit lait de fromage (« sorro »). Ils donnent en moyenne 5,5 l/jour à chaque animal. L'alimentation reflète une gestion familiale de cet élevage.

Tableau 16 : Consommation des porcins aux différents stades

Stade	Consommation de maïs (kg/j/animal)
Adulte (plus de 9 mois)	2,6
Consommation des jeunes à l'engraissement (de 6 à 9 mois)	3
Consommation des jeunes pendant la croissance (de 40 j à 6 mois)	0,5

Les consommations des porcins sont déterminées en fonction de leurs besoins en grains de maïs et de sorgho.

Les besoins ont été évalués à partir des données d'enquêtes et exprimés en fonction des différents stades « physiologiques » (croissance, engraissement, verrat et truie). Ils peuvent être couverts à partir d'aliments produits sur l'exploitation ou achetés.

b) Gestion

L'élevage de porcin se résume à quelques animaux, toujours moins de 10 têtes. Dans les exploitations enquêtées, les animaux ne sont pas allotés. Le logement des porcs est précaire ; il s'agit souvent d'une petite case avec un enclos à proximité de la maison. En général, les producteurs achètent des porcs en fin de stade de croissance (à six mois), ils les engraisent pendant trois mois puis les consomment. C'est la consommation d'animaux qui rythme les

achats. Seul Génilson {farm4} fait de la reproduction, nous avons donc intégré au modèle cette information. Ainsi nous avons restreint le système de naissance à cette exploitation.

Dans ce cas après le sevrage à 40 jours, les porcelets et les cochettes sont élevés pendant six mois avant d'être engraisés pendant trois mois. De plus ce producteur garde des cochettes pour le renouvellement dans le but de ne pas avoir à effectuer d'achats d'animaux.

Pour adapter la structure du système porcin au modèle, nous avons intégré une capacité maximale d'accueil des porcs pour chaque exploitation en fonction du stock initial. Cet élevage est basé sur un mode de conduite familial et non commercial.

3) Valorisation

Dans le modèle nous supposons qu'un produit peut être autoconsommé ou vendu. Cependant dans les systèmes étudiés, il n'y a pas de commercialisation des porcs, cet élevage est destiné à l'alimentation familiale. La viande de porc étant la moins consommée au Brésil la mise en marché des animaux est difficile et peu lucrative pour les producteurs. Il n'y a pas de logique de commercialisation à proprement parlé. Dans le but de représenter la réalité, les ventes sont réglementées dans le modèle :

- La vente d'animaux avant le sevrage est impossible.
- Les ventes sont possibles en période de croissance et d'engraissement.
- Un maximum de capacité de vente a été déterminé pour chaque exploitation afin de représenter l'absence de logique de commercialisation.

Le modèle permet également d'estimer les possibilités d'autoconsommation familiale : les producteurs peuvent consommer les animaux à tous les stades après le sevrage. La consommation se déduit des besoins en viande de la famille. Nous représentons une substitution possible des viandes de volailles et de porcs. Au même titre que les ventes et les achats, les consommations sont valorisées dans le revenu final.

B. Modélisation des systèmes d'élevage volaille

1) Dynamique démographique

Les animaux sont décrits par leur stade (poulets, poulettes, coqs, poules) et leur âge :

- Pondeuse.(m5*m17) : Pondeuses de 5 à 17 mois
- Coq.(m5*m24) : Mâles de 5 à 24 mois
- Poulet.(m1*m4) : Poussins mâles de 1 à 4 mois
- Poulette.(m1*m4) : Poussins femelles de 1 à 4 mois

La dynamique démographique dépend donc du vieillissement du cheptel, mais aussi des achats, des ventes et de la consommation des animaux.

Le stock de poussins est calculé en fonction de la production des pondeuses et du taux de fertilité des œufs. Le sex-ratio $\frac{1}{2}$ est ensuite appliqué pour déterminer le nombre de poussins mâles et de poussins femelles.

2) Mode de conduite

a) Consommation

L'alimentation des volailles est basée sur le maïs. Les quantités consommées sont différentes en fonction de l'âge des volailles (Tableau 17). Quatre producteurs complètent la ration des poussins avec du concentré pour assurer leur bon développement. Il s'agit d'un concentré qui contient 20% de protéines et une haute valeur énergétique. Deux producteurs utilisent un concentré qui contient 17% de protéines pour les pondeuses. Ces concentrés sont formulés et distribués par la Capul.

Tableau 17 : Consommation des volailles aux différents stades

Animaux	Consommation en grain (g/j/animal)	Consommation de concentré (g/j/animal)
Pondeuses (à partir de 5 mois)	37,5	30
Coqs (à partir de 5 mois)	30	
Poulets (1 à 4 mois)	17,5	30
Poulettes (1 à 4 mois)	17,5	30

La consommation des volailles est déterminée en termes de quantité de grains (maïs et sorgho) et de concentrés nécessaires par jour. Les besoins exprimés pour chaque type d'animaux à partir des données recueillies auprès des producteurs au cours des enquêtes :

Bien que le maïs soit l'aliment de base, nous avons laissé dans le modèle la possibilité de l'utilisation du sorgho pour l'alimentation.

Les aliments qui constituent l'alimentation des volailles peuvent être produits sur l'exploitation ou achetés.

b) Gestion

Les producteurs possèdent entre 50 et 100 volailles. Dans les exploitations enquêtées, les volailles ne font pas l'objet d'une gestion particulière, leur logement est soit rudimentaire, soit inexistant. Les volailles sont élevées en divagation et ne sont pas allotées. Seuls deux producteurs séparent les poussins des adultes pour diminuer le fort taux de mortalité dû aux attaques des adultes. De ce fait le temps de travail nécessaire à la gestion des volailles n'est pas pris en compte dans le modèle. Nous considérons que cela représente peu de temps par jour et qu'il est déjà inclus dans le temps de travail des femmes. Les volailles élevées sont des poules et des poulets. En général, les poulets sont gardés sur l'exploitation pendant six mois avant d'être consommés ou vendus. Pour les poules, elles ne sont jamais vendues avant la fin de leur période de production des œufs (1 an). A la fin du cycle de production, les poules sont gardées en moyenne un an de plus sur l'exploitation, cela permet à l'éleveur de pouvoir les vendre en fonction de ses besoins.

Comme pour les porcs nous avons déterminé une capacité maximale d'accueil des volailles qui correspond au mode d'élevage familial en plein air.

3) Valorisation

La valorisation des volailles peut se faire sous forme d'animaux ou d'œufs. Les œufs sont consommés ou vendus. Dans ce cas ils sont commercialisés 3R\$ la douzaine. De même, les besoins de la famille en œufs sont couverts par la consommation ou l'achat d'œufs.

La vente de volailles se fait à Unai. Les éleveurs emmènent les volailles en bus ce qui leur permet de pas avoir de frais de transport. Le prix dépend du poids de l'animal et est fixé par l'acheteur, il reste globalement autour de 5 R\$/kg pour une poule et 8 R\$/kg pour un poulet. Dans le modèle nous considérons que les producteurs vendent soit des poussins de 1 mois pour l'élevage, soit des animaux adultes (à partir de 5 mois). De ce fait la vente ou l'achat d'animaux de 2 à 4 mois est interdit.

La consommation familiale de volailles s'élève à quatre animaux par mois et ce sont le plus souvent des poulets. Ces poulets sont soit produits sur la ferme, soit achetés sur le marché de Unai.

La consommation de volailles adultes (pondeuses et coqs) permet de couvrir une partie des besoins en viande de la famille. Dans le revenu toutes les consommations de volailles ou d'œufs sont valorisées par rapport au prix de vente des productions animales.

Partie 4. Résultats du modèle et discussion

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats de nos simulations. Dans un premier temps le modèle a subi une validation. Ensuite deux groupes de scénarios ont été créés :

- Les scénarios du groupe A : Ils ont pour objectif de comprendre le fonctionnement des exploitations. Dans ce groupe, les plantes de couverture ne sont pas introduites. Nous considérons ici que cette innovation est trop récente pour être intégrée comme une activité potentielle. Ce groupe contient le scénario de référence que nous nommons A0 et qui va permettre la validation du modèle.

- Les scénarios du groupe B : Dans ce groupe nous testons l'introduction des plantes de couverture. Ainsi lors des simulations, l'utilisation des plantes de couverture *Brachiaria ruziziensis* {SD_Brachiaria} et *Cajanus cajan* {SD_Cajanus} fait partie des options techniques proposées à l'exploitant pour la culture de maïs en semis direct.

Les deux groupes contiennent plusieurs scénarios qui sont définis en fonction des résultats des simulations. De ce fait dans le groupe A, nous tentons de comprendre quels sont les facteurs motivants l'adoption du semis direct. Les scénarios du groupe B visent à déterminer l'intérêt des plantes de couverture au sein de l'élevage bovin ou dans le cas du développement de l'élevage des porcs.

I. Simulation sans introduction des plantes de couverture

A. Validation du modèle

La validation du modèle consiste à comparer les résultats du scénario de référence (A0) pour la première année en début de saison des pluies, c'est à dire en {H1} de {an1}, avec les valeurs obtenues lors des enquêtes. Nous nous assurons ainsi de retrouver les logiques de fonctionnement général de chaque exploitation. Les tableaux en annexe 8 et 9 rendent compte de cette comparaison. Pour chaque exploitation nous avons ainsi une fiche de résultats, un exemple est présenté en annexe 10. La cohérence entre les données comparées nous permet de lancer les simulations.

B. Simulations des scénarios du groupe A

1) Scénario A0

Il s'agit du scénario de référence qui donne la représentation actuelle des exploitations. L'introduction des plantes de couverture n'est pas testée. Dans ce scénario, nous faisons l'hypothèse que les producteurs n'ont pas la possibilité de défricher et d'arracher les cultures. Cela nous permet de limiter la spéculation sur les cultures commerciales qui n'existe pas dans la réalité. Ce scénario prend en compte l'absence de tank à lait dans l'assentamento de Jiboia qui rend la vente de lait impossible pour deux producteurs : Antonio {farm1} et Zé Alexio {farm2}. Dans ce scénario les simulations concernent les 6 exploitations. La répartition des recettes de chaque exploitation en {an1} de simulation nous permet de vérifier que les logiques de chaque exploitation sont respectées en début de simulation (Annexe 11).

a. Farm1 : Antonio Medeiros

Etant donné que le modèle prend en compte l'impossibilité de vente de lait pour cette exploitation, les systèmes d'élevage restent stables: Antonio continue à avoir un nombre faible de bovins de type {zebu} : deux UBT sur tout l'horizon de planification. Les effectifs de volailles et de porcs restent stables durant les cinq années de simulations. Cependant nous observons qu'en {an1} de simulation, Antonio possède quatre porcs alors que dans la réalité il

n'en possède que deux. Nous pensons que ceci est lié au fait qu'Antonio cultive 0,4 ha de manioc, ce qui est largement supérieur aux besoins en manioc de la famille. En {an1}, le modèle réduit donc la superficie du manioc à 0,05 ha et cultive le surplus en maïs, ce qui permet à Antonio d'élever plus de porcs que dans la réalité. Nous avons rencontré des difficultés à expliquer pourquoi ce producteur cultive une superficie de manioc aussi grande. Un problème similaire avec la culture de riz pour deux autres producteurs s'est aussi posé à nous. Il semblerait que ces producteurs commercialisent une part de ces cultures, bien qu'ils ne le déclarent pas lors des entretiens.

Les superficies des autres cultures sont stables. Les cultures vivrières sont maintenues pour couvrir les besoins alimentaires de la famille et les pâturages pour l'alimentation animale.

Les revenus de l'exploitation sont assurés par les activités extérieures du chef de famille et la vente de quelques animaux au cours de l'année. Ce schéma est cohérent avec les données d'enquêtes puisque les activités extérieures représentent le revenu le plus important de l'exploitation.

b. Farm 2 : Zé Alexio

Comme pour Farm1, l'impossibilité de vendre du lait stabilise le système d'élevage. Le nombre d'UBT de type {cross} varie entre un et deux au cours de l'horizon de planification. Au niveau de l'assolement nous nous trouvons face au problème cité précédemment. Dans la réalité Zé Alexio possède 1,5 ha de riz, ce qui est largement supérieur aux besoins pour l'alimentation familiale. De ce fait, le modèle diminue la surface de riz à 0,82 ha et en contre partie augmente celle du maïs.

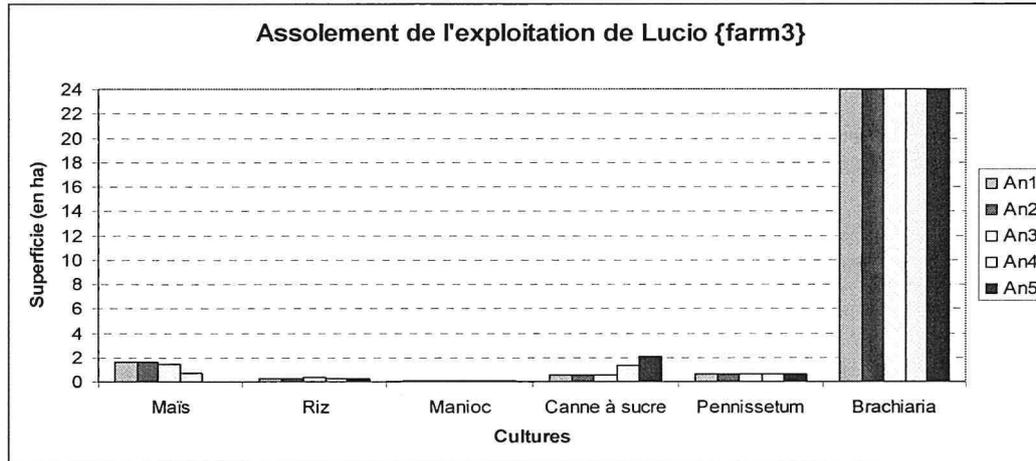
Le revenu de cette exploitation est assuré par la vente de main d'œuvre (39% des recettes de l'exploitation), d'animaux et de produits transformés. En effet Zé Alexio transforme le manioc en farinha et la canne à sucre en rapadura, ceci lui permet d'augmenter considérablement ses recettes, puisque la vente de produits transformés représente 30 % des recettes.

c. Farm3: Lucio

Le scénario A0 reflète parfaitement le processus d'intensification laitière de Lucio. En effet au cours de l'horizon de planification, Lucio augmente le nombre de têtes de son bovin : on passe de 33 UBT en {an1} à 40 UBT en {an5}. Par conséquent au niveau de l'assolement nous observons que la superficie de canne à sucre augmente à partir de {an4} (de 0,5 à 2,11 ha). La canne à sucre étant très utilisée pour la complémentation en saison sèche. Les cultures vivrières sont maintenues stables tout au long des cinq années de simulation pour assurer les besoins alimentaires de la famille. Cependant nous noterons que nous rencontrons le même problème que Zé Alexio {farm2} en ce qui concerne le riz. Nous constatons également que dans le modèle, Lucio commence à planter du *Pennisetum*. Cela représente un pâturage supplémentaire, bien que le *Pennisetum* présente des qualités nutritionnelles moins bonnes que celles du *Brachiaria* ou l'*Andropogon*. Mais son coût de plantation à l'hectare est plus économique. L'intensification de l'activité laitière, entraîne une demande en main d'œuvre de plus en plus importante, de ce fait la location de main d'œuvre saisonnière est croissante sur l'horizon de planification.

Le revenu de cette exploitation est assuré à 73% par la vente de lait.

Figure 3 : Evolution de l'assolement de l'exploitation {farm3}



d. Farm4 : Génilson

Les résultats de cette simulation montrent des systèmes stables. En effet l'activité laitière de {farm4} est maintenue avec un nombre de bovins stable autour de 20 UBT. Le petit élevage est également constant avec en moyenne dix porcs et cent volailles.

Il n'y a pas de changement au niveau de l'utilisation des terres. Seul le pâturage d'*Andropogon*, approchant les 10 ans, est remplacé par du *Brachiaria* en {an3} préféré à l'*Andropogon* en élevage laitier.

49% des recettes de cette exploitation sont assurés par la vente de lait.

e. Farm5 : Valdir

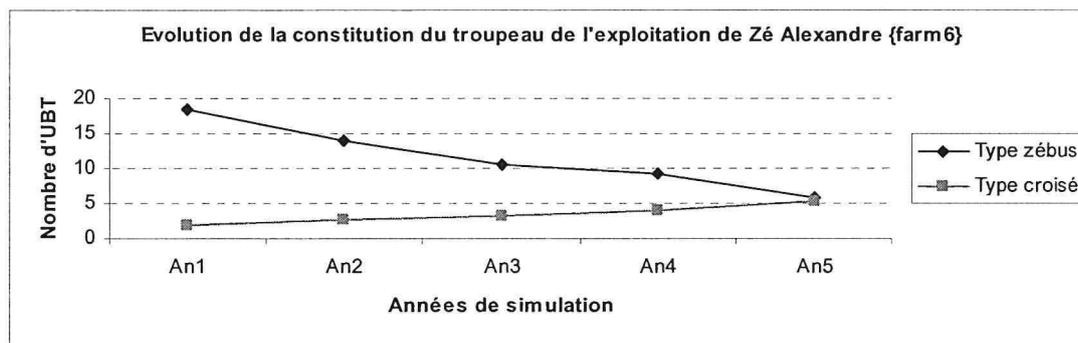
Au cours de l'horizon de planification, Valdir change son système d'élevage : Le nombre de bovin de type {zebu} diminue alors que le nombre de bovins de type {cross} augmente. L'élevage se tourne vers une production laitière. De ce fait la vente de lait prend une place plus importante dans les recettes de l'exploitation, bien que la vente de taurillons et de veaux continue. Valdir est le seul producteur à ne pas pratiquer le semis direct. Dans le modèle, la surface de maïs plantée reste stable autour de 1,4 ha mais la technique employée est le semis direct. Nous tenterons de voir dans les scénarios A1 et A2 quels sont les facteurs qui engendrent ce choix.

f. Farm6 : Zé Alexandre

Dans les premières années de simulation, l'élevage bovin viande est maintenu. Au cours du temps le troupeau devient mixte (lait et viande). A la fin de l'horizon de planification le troupeau est constitué de 6 UBT de type {zebu} et 6 UBT de type {cross} (Figure 4). Pour effectuer ce changement de système, Zé Alexandre vend près de sept vaches de type {zebu} dès la première année. Une partie des recettes de cette vente lui permet de réinvestir dans l'achat de taurillons et de veaux de type {zebu} pour continuer son activité viande. L'autre partie des recettes est utilisée pour l'achat de bovins de type {cross} et initier une activité laitière. Cependant, les cultures vivrières et les pâturages sont stables au cours des simulations.

Les principales recettes sont assurées par la vente d'animaux (bovins, volailles et porcs), cela représente 60% des recettes.

Figure 4 : Evolution du troupeau bovin de l'exploitation {farm 6}



2) Scénario A0'

Ce scénario est le même que le scénario A0 à la différence qu'il permet aux exploitations {farm1} et {farm2} de vendre du lait, en vue d'expérimenter l'évolution des deux fermes en présence d'un tank à lait. Seules ces exploitations sont simulées dans ce scénario.

• Farm1 : Exploitation d'Antonio

La possibilité de vendre du lait entraîne un changement de système d'élevage dès la première année de simulation. Antonio investit dans six vaches de type {cross} et revend la quasi totalité de ses vaches de type {zebu}. Ce changement entraîne des modifications dans l'assolement : les surfaces de pâturages semés augmentent pour couvrir l'alimentation des animaux. Pour se faire Antonio défriche ses pâturages naturels.

Nous notons également des modifications dans la répartition des recettes (Figure 7) : Antonio abandonne quasiment les activités extérieures car le temps de travail sur l'exploitation augmente de 78 à 343 jours. La vente de lait représente près de 58% des recettes.

• Farm2 : Exploitation de Zé Alexio

De la même façon qu'Antonio, cette exploitation démarre une activité laitière. En {an1} Zé Alexio achète cinq vaches de type {cross}. L'assolement est modifié, la surface de *Brachiaria* est doublée au détriment des pâturages naturels. La répartition des revenus est également changée puisque Zé Alexio ne consacre plus que 5 jours par an aux activités extérieures et que le lait assure 53% des revenus (Figure 6). Cependant Zé Alexio continue la transformation de produits bien que sa pratique diminue considérablement au cours des cinq ans de simulation.

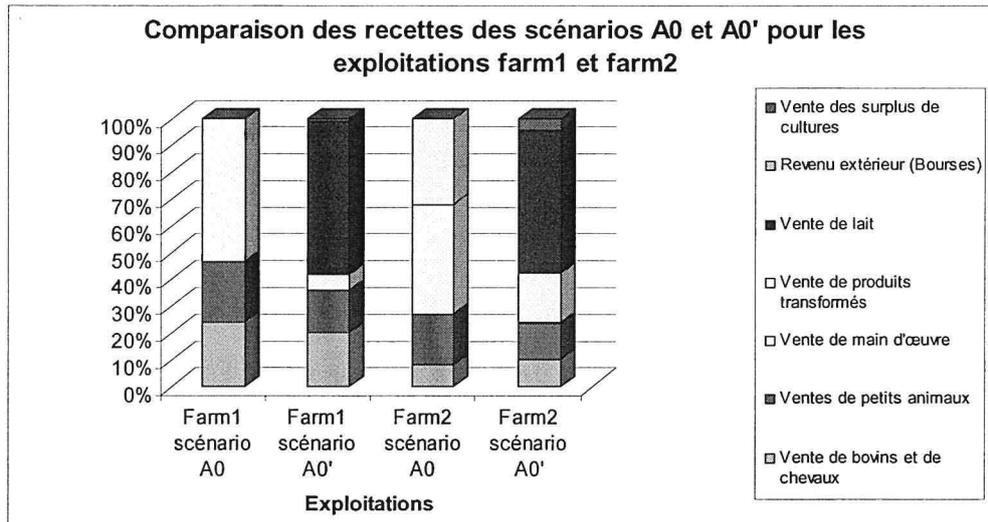
• Bilan des scénarios A0 et A0'

D'après les résultats du modèle, l'orientation vers une activité laitière semble l'évolution la plus intéressante économiquement :

- Les éleveurs de bovin viande se tournent progressivement vers un élevage laitier.
- Lorsque la vente de lait est possible, {farm1} et {farm2} développent une activité laitière, ce qui leur permet d'augmenter considérablement leur revenu.

De plus dans le scénario A0', nous constatons que les surfaces de maïs augmentent pour {farm1} et {farm2}. Les résidus de maïs sont valorisés dans l'alimentation des bovins. Les grains sont stockés pour l'alimentation du petit élevage. Pour les deux exploitations, le petit élevage reste stable. De ce fait, le nombre de bovins de type {cross} sur l'exploitation influence la superficie de maïs plantée.

Figure 5 : Comparaison des scénarios A0 et A0' en terme de recette pour {farm1} et {farm2}



L'assolement n'est modifié que dans les situations de changement de système d'élevage ou lorsque le nombre de têtes de bovins augmente considérablement ({farm3}). Dans tous les cas, c'est la superficie des pâturages semés qui est adaptée à la taille du troupeau.

Pour les six exploitations, le semis direct est toujours préféré à l'option technique {conventionnel} pour la plantation du maïs. Pourtant, le semis direct nécessite un investissement important (semoir, herbicides) lors de la mise en œuvre. Nous pouvons alors formuler deux hypothèses pour justifier le choix du semis direct :

- Augmentation de la productivité
- Gain de temps de travail

Nous allons donc tester ces hypothèses dans les deux scénarios suivants.

3) Scénario A1

Pour tester les motivations d'adoption du semis direct, nous effectuons les simulations sur Valdir {farm5}. Valdir fait partie des assentados qui n'utilisent pas la technique du semis direct. Toutefois il utilise un semoir pour mettre en place ses cultures, ce qui lui permet d'avoir des rendements en maïs grain théoriquement proches de ceux obtenus en semis direct sur les mêmes conditions de sol. Dans le scénario A1, nous allons voir si c'est l'augmentation de la productivité qui motive l'adoption du semis direct. Pour cela, dans le modèle, le rendement du maïs en conventionnel est égal au rendement du maïs planté en semis direct.

Dans ce cas de figure, l'option technique « conventionnel » est utilisée la première année mais les années suivantes, la plantation se fait en semis direct. Nous pouvons cependant constater que la surface de maïs reste stable tout au long des cinq années de simulation.

Aucun changement n'est enregistré sur l'exploitation, autant au niveau de l'utilisation de la terre, qu'en terme d'élevage.

Il semble donc que l'augmentation de rendement du maïs ne soit pas un facteur déterminant à l'adoption du semis direct.

4) Scénario A2

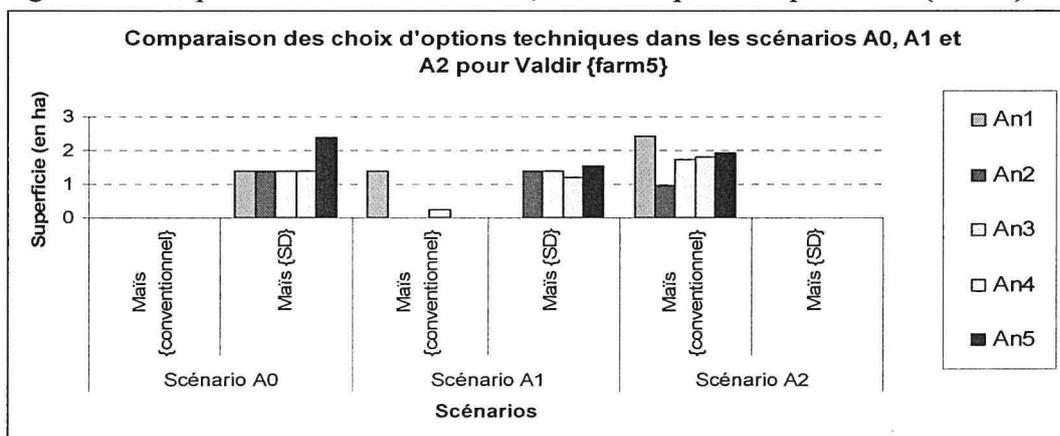
Le scénario A2 nous permet de tester si l'économie du temps de travail permise par le semis direct est un facteur motivant l'adoption de cette technologie. Ce scénario n'est également appliqué qu'à Valdir {farm5}. Dans ces simulations, les temps de travaux nécessaires à l'implantation du maïs en semis direct sont donc égaux à ceux de l'implantation du maïs en

conventionnel. Les rendements sont cette fois différents entre le conventionnel et le semis direct.

Nous constatons alors que l'option technique semis direct est complètement abandonnée lors des simulations. Sur les cinq ans de simulations, le maïs est planté en {conventionnel}. Il semblerait donc que le temps de travail soit décisif dans l'adoption de l'option technique semis direct.

- **Bilan des scénarios A0, A1 et A2 pour Valdir {farm5}**

Figure 6 : Comparaison des scénarios A0, A1 et A2 pour l'exploitation {farm5}



Lorsque le temps de travail lié à l'option technique semis direct est égal à celui du {conventionnel}, le {conventionnel} est préféré. Ceci s'explique par le fait qu'à temps de travail égal, le semis direct représente un investissement important. En début de planification l'exploitant doit acheter un semoir spécifique au semis direct et des herbicides. En temps normal, le {SD} permet de faire des économies sur la location de bœufs, de tracteur et de main d'œuvre. Ces économies aident à couvrir les achats d'herbicides et du semoir.

II. Simulation avec introduction des plantes de couverture

1) Scénarios B0 et B0'

Le scénario B0 a pour but d'identifier les producteurs qui adoptent les SCV avec plantes de couverture et la place qu'occupent les SCV dans le système de l'exploitation. Les six exploitations sont simulées pour ce scénario. Comme pour le scénario A0', le scénario B0' rend la vente de lait possible pour les exploitations {farm1} et {farm2}, alors que dans le scénario B0 nous considérons l'absence de tank à lait et donc l'impossibilité de vendre du lait pour ces deux exploitations.

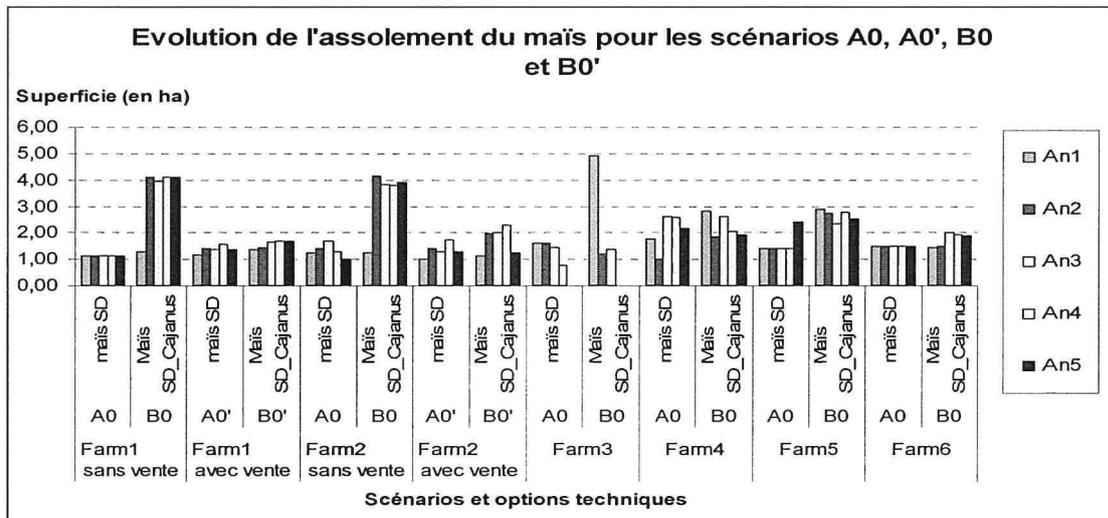
Les systèmes d'élevage suivent la même évolution que dans le scénario A0 pour toutes les exploitations, excepté pour {farm1} et {farm2} : Dans le scénario B0, ces exploitations augmentent leur nombre de tête de bovin viande. On passe de 6 à 14 UBT de type {zebu} pour {farm1} et de 3 à 11 UBT de type {zebu} pour {farm2}.

Une fois que la vente du lait est rendue possible (scénario B0'), ces deux exploitations évoluent de la même façon que pour le scénario A0', c'est à dire qu'elles se tournent vers un élevage bovin lait.

Au niveau de l'assolement, nous observons que tous les producteurs mettent en place leur maïs avec l'option technique {SD_Cajanus}. Les cultures vivrières sont maintenues stables, ainsi que les pâturages.

L'introduction de cette option technique entraîne cependant des changements dans les surfaces de maïs plantées.

Figure 7 : Evolution des surfaces de maïs en fonction des scénarios A0, A0', B0 et B0'



Les augmentations importantes de superficie s'accompagnent de changement de système d'élevage. En effet, pour les exploitations {farm1} et {farm2}, nous constatons que dans le scénario B0, les surfaces de maïs sont quasiment triplées à partir de {an2}. Comme nous l'avons dit précédemment cela correspond à l'augmentation du nombre d'UBT cette année là. Dans ce cas, l'option technique apporte une source de fourrage supplémentaire sur l'exploitation via la valorisation du *Cajanus cajan* qui entre dans les rations des bovins. Pour {farm1} par exemple, le *Cajanus cajan* couvre 10% des besoins en matière sèche, 18% des besoins en protéines brutes et 11% des besoins en nutriments digestibles totaux.

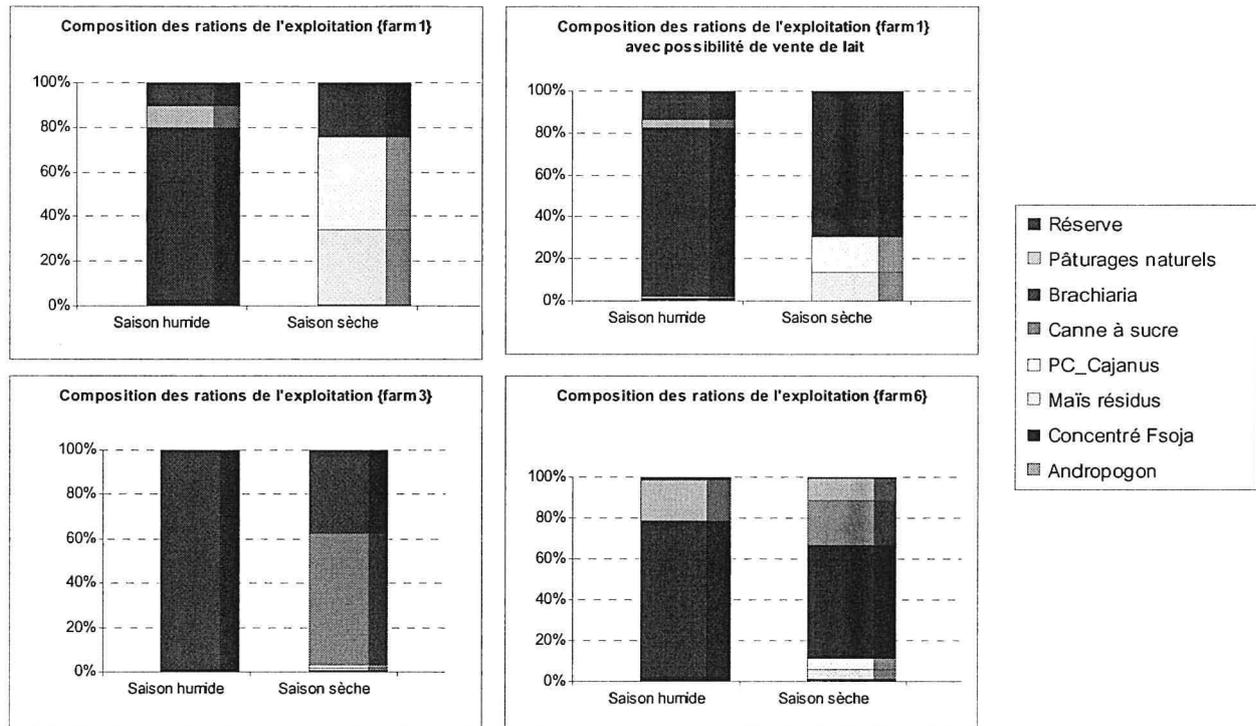
De la même façon, nous observons que pour {farm5} et {farm6} qui transforment leur système d'élevage en élevage laitier, les surfaces de maïs augmentent également avec le nombre d'UBT sur les exploitations.

L'augmentation de la surface de maïs en {SD_Cajanus} permet une production de maïs grain plus importante. Ce surplus de production est stocké et transféré d'une saison sur l'autre. Ainsi l'achat de maïs grain pour l'alimentation du petit élevage n'est plus nécessaire.

Regardons maintenant quelle place occupe le *Cajanus cajan* dans l'alimentation des bovins.

Au regard de la figure 8, nous pouvons constater que {farm1} est l'utilisateur le plus important de *Cajanus cajan*. Il semblerait que le niveau de valorisation du *Cajanus cajan* dans la ration dépende de la complémentation en saison sèche : nous constatons que plus la ration est complétement à l'aide d'un concentré, moins le *Cajanus* est utilisé, ceci est lié aux valeurs nutritionnelles intéressantes du concentré. Or l'exploitation {farm1} est celle qui utilise le moins de concentré, les besoins des animaux sont donc couverts par la valorisation des résidus de maïs et du *Cajanus cajan* dans la ration. De plus dans tous les cas, l'option technique {SD_Cajanus} est toujours préférée au {SD_Brachiaria} car les valeurs nutritionnelles du *Cajanus* sont supérieures à celle du *Brachiaria*.

Figure 8 : Valorisation du *Cajanus cajan* dans la ration des bovins pour les exploitations {farm1}, {farm3} et {farm6}



2) Scénario B1

Dans ce scénario, le système de naissance des porcins n'est plus restreint. Tous les producteurs peuvent donc pratiquer la reproduction des porcs. Nous souhaitons voir si le nombre d'animaux du petit élevage influencent les surfaces de maïs et le choix des itinéraires techniques pour la mise en place du maïs.

Dans le but de conserver une gestion familiale de cet élevage, nous conservons la capacité maximale d'accueil pour chaque exploitation.

Toutes les exploitations augmentent leur nombre de porcs jusqu'à atteindre la capacité d'accueil maximale dès la deuxième année de simulation.

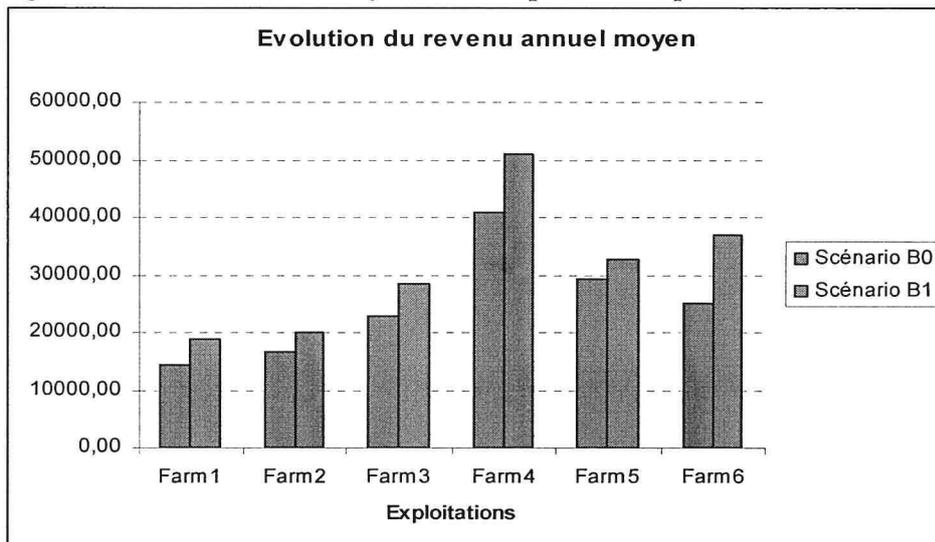
Dans ce cas de figure, nous observons que les surfaces de maïs de tous les producteurs augmentent pour répondre à la demande de maïs grain pour l'alimentation porcine.

Nous constatons que la première année de simulation, tous les producteurs sont obligés d'acheter du maïs grain en plus de la production. C'est à cette période que le nombre de porcins dans les exploitations augmente. Pour toutes les exploitations, excepté pour {farm4}, il n'y a pas d'achats durant les autres années de simulation. La production de maïs grain est stockée et transférée d'une année sur l'autre.

En ce qui concerne {farm4}, le producteur se voit dans l'obligation d'effectuer des achats chaque année. Ceci s'explique par le fait que c'est aussi lui qui a le plus important élevage avicole. De ce fait la production est bien inférieure à la demande. Ayant également un élevage de bovin lait, il ne peut pas sacrifier ses pâturages. Toutefois étant donné qu'il conserve un nombre de porc et de volaille élevé, nous nous sommes intéressés aux revenus.

Pour cela nous avons comparé les revenus de ce scénario avec les revenus du scénario B0 : le revenu annuel moyen de toutes les exploitations est en augmentation.

Figure 9 : Revenu annuel moyen des 6 exploitations pour les scénarios B0 et B1



La commercialisation d'une vingtaine de porcins par an permet d'augmenter considérablement les recettes. Cela justifie le fait que ce producteur garde un nombre important de porcs, même si cela le contraint à acheter du maïs en plus de la production pour couvrir les besoins de cet élevage. Nous pouvons également constater que pour certaines exploitations, l'augmentation de la surface de maïs représente une augmentation de fourrage, ainsi pour {farm1} et {farm2} en absence de commercialisation du lait, cela leur permet d'augmenter leur nombre de bovins de type {zebu}.

III. Discussion

1) Discussion des résultats

• Bilan des simulations

Suite aux différentes simulations, nous pouvons tirer plusieurs conclusions sur les systèmes d'élevage et de cultures.

- Tout d'abord nous avons pu constater qu'au cours de l'horizon de planification, la tendance générale est à l'intensification laitière : Augmentation des effectifs, amélioration de la génétique, choix des espèces plantées pour le pâturage. Tous les systèmes d'élevage aboutissent à une activité laitière même les exploitations qui ne la pratiquent pas en début de simulation.

- Lorsque l'option technique de système de culture sous couverture végétale est proposée aux producteurs, tous adoptent cette technologie. Ce choix est motivé et justifié par les facteurs suivants :

D'après le modèle, l'économie de temps de travail que représente les SCV est le facteur motivant l'adoption des SCV. L'arrêt du travail du sol avant la mise en place des cultures permet aux agriculteurs dans un premier temps de diminuer la pénibilité du travail, mais également de disposer de plus de temps pour d'autres activités.

En plus de diminuer le temps de travail, cette option technique libère les producteurs de la dépendance aux tracteurs des fazendeiros pour la préparation des sols. Cela résout les problèmes de retard dans les dates de semis dus à la faible disponibilité des tracteurs au début des saisons des pluies puisque toutes les mises en culture sont concentrées à cette période. L'adoption des SCV permet également d'économiser la location des tracteurs qui représente une grosse dépense: entre 60 et 65 R\$ (environ 25 euros) par heure de tracteur, sachant qu'il faut en moyenne 1,5 à 2h de travail pour un hectare (Alvarez, 2007).

Outre l'aspect économique, l'adoption des SCV permet de valoriser la plante de couverture dans l'alimentation des bovins.

- **Place de l'élevage dans le développement des SCV**

Comme nous l'avons vu grâce au modèle, la surface de la culture commerciale plantée en SCV dépend des élevages présents et du mode de gestion de l'exploitation :

- Lorsque le nombre de petits animaux (porcs et volailles) augmente, les superficies de maïs augmentent pour couvrir les besoins alimentaires des animaux.
- Nous avons également vu que pour les exploitations où l'achat d'intrants est limité, les SCV sont une bonne alternative pour assurer la complémentation au cours de la saison sèche. Ainsi la technologie SCV favorise les transitions de système d'élevage.

Cette technique semble donc intéressante dans le cas d'un système « polyculture-élevage » puisqu'elle protège les sols de l'érosion et fournit une source d'aliments supplémentaires. Toutefois, nous avons également pu constater qu'en absence de plantes de couverture, les superficies de maïs augmentent quand même lorsqu'un élevage laitier se développe. Nous pouvons donc nous demander si sur le long terme, les plantes de couverture auront un réel intérêt pour les producteurs. En effet au fur et à mesure que l'activité laitière s'intensifie, les revenus de l'exploitation augmentent, ce qui permet aux producteurs d'investir dans l'achat des concentrés. L'utilisation des plantes de couverture dans la ration, donc l'intérêt des SCV, est donc discutable à long terme.

- **Bilan sur la technologie SCV chez les producteurs de l'agriculture familiale**

Le modèle et les dires des producteurs nous ont confirmé que les SCV étaient une technologie adaptable et appréciée en agriculture familiale. Même si cette technique est intéressante pour les petits producteurs, il reste des contraintes encore peu contrôlées par ces derniers :

Tout d'abord, il est important de maîtriser l'intégration SCV-élevage en terme de pâturage et de compaction du sol pour conserver la protection contre l'érosion.

De plus il existe aussi une contrainte d'ordre opérationnel : les producteurs doivent être capable de réguler la quantité de biomasse sèche sur le sol. Si cette biomasse dépasse une quantité de l'ordre de 15 à 17 t/ha, elle peut constituer un obstacle majeur à la qualité du semis direct et à sa vitesse d'exécution (Séguy et Bouzinac, 2008). L'autre contrainte technique réside dans le choix d'herbicides efficaces qui soient sélectifs des diverses espèces composant les mélanges d'espèces. Il est donc important de s'assurer de la bonne utilisation des herbicides par les agriculteurs.

En marge de ces recommandations, nous pouvons conclure que les SCV capables de restaurer et de conserver le sol, d'offrir des productivités plus élevées que les techniques de cultures conventionnelles avec moins d'engrais minéraux et d'intrants chimiques, représentent une option avantageuse pour l'agriculture familiale. Elle permet de maintenir de bonnes conditions du sol (physiques et biologiques) et de concilier tous les systèmes qui caractérisent l'agriculture familiale : cultures vivrières, commerciales et élevage.

2) Discussion sur la méthode

Dans le cadre de nos enquêtes quelques paramètres ont été difficiles à aborder :

- Les prix de vente et d'achat restent à préciser. En effet à l'issue des enquêtes soit les prix obtenus étaient très différents soit les producteurs ne nous donnaient que des fourchettes de prix assez larges. Il serait intéressant de réaliser une étude de marché relative au commerce des bovins pour bien préciser ces paramètres qui font partie intégrante du modèle puisque tout le commerce d'animaux est basé sur ces prix.

- L'évaluation des revenus des activités extérieures a également constitué une difficulté pour diverses raisons. La première étant que certains producteurs restent vagues sur la pratique d'une activité extérieure ou sur le revenu que celle-ci génère. La deuxième raison est liée au fait qu'il existe plusieurs modes de rémunération des activités extérieures : argent, pourcentage sur la récolte, échange de main d'œuvre.

Le modèle nous permet d'effectuer une approche de la réalité, mais il y a des paramètres qui restent à améliorer :

- Comme nous l'avons dit pour les enquêtes, les prix de commercialisation des animaux doivent être précisés. En effet le modèle y est très sensible. Les simulations de l'évolution des systèmes d'élevage seraient ainsi plus proches de la réalité.

- La représentation fidèle des exploitations et de tous les organismes qui interagissent avec elles est complexe. Dans notre étude le rôle de la Capul et du « Projet Unai » en lui-même est difficile à représenter. De ce fait nous pouvons penser que ce rôle est sous-estimé dans le modèle. En réalité le projet joue un rôle important dans l'adoption des SCV puisqu'il met à disposition des producteurs six semoirs à semis direct et trois « rouleaux-couteaux ». Le projet fournit également des herbicides aux agriculteurs en début de saison des pluies, ces derniers les remboursent en cours d'année culturale. Sur le même principe la Capul offre divers avantages aux producteurs comme le paiement « en lait » ou la livraison des concentrés par exemple.

- Le choix de la plante de couverture dans le modèle est dépendant des valeurs nutritives. Initialement, il était prévu que des analyses bromatologiques soient faites dans le but de préciser les valeurs nutritives du *Brachiaria ruziziensis* et du *Cajanus cajan* en région tropicale. Pour cela, des échantillons ont été réalisés en condition de monoculture et dans le cas d'association avec le maïs. A ce jour, les résultats des analyses n'ont pas été obtenus. Ils seront rajoutés ultérieurement au modèle. Ensuite il sera intéressant de voir si des variations de valeurs nutritives entre en considération dans le choix de l'option technique et de la plante de couverture. De même, il sera nécessaire de regarder si nouvelles valeurs nutritives entraînent des changements au niveau de la valorisation des plantes de couverture dans l'alimentation des bovins.

- Au cours des simulations, nous nous sommes également aperçus que le petit élevage reste stable pour tous les scénarios. Les capacités maximales d'accueil introduites dans le modèle, ne permettent pas d'augmenter les effectifs de ces élevages. Nous n'enregistrons pas non plus de diminution de ces élevages, nous pouvons nous demander s'il en serait de même dans le cas où le temps de travail relatif à ces élevages soit recensé plus précisément dans le modèle. Dans l'état actuel du modèle, ce temps est inclus au temps de travail des femmes. Il serait intéressant de refaire des simulations avec un temps de travail précis pour chaque élevage, pour voir si le petit élevage serait maintenu sur les exploitations ou s'il serait éliminer au profit de l'élevage laitier.

- Enfin la prise en compte du risque dans le modèle améliorerait la représentation de la réalité. La notion du risque correspond aux variations aléatoires des rendements, de la productivité du lait et des prix de ventes et d'achats des produits. Dans le cas de ces petits producteurs, c'est une notion importante à introduire. Etant donné que les besoins de la famille repose sur la production de l'exploitation, il serait intéressant de voir si les conditions d'adoption de l'innovation sont les mêmes.

CONCLUSION

Dans la région des Cerrados, la volonté d'adopter les systèmes de culture sous couverture végétale est motivée par différents facteurs. L'apparition de l'agriculture dans cette région du Brésil dans les années soixante-dix a rapidement conduit à une utilisation intensive des terres. De plus les sols qui constituent cet espace sont naturellement peu fertiles et riches en oxyde de fer et en aluminium.

Face à cette situation, les SCV ont été envisagés comme une alternative pour lutter contre l'érosion de ces sols déjà fragiles.

Dans le municiple d'Unai, les exploitations étudiées appartiennent à l'agriculture familiale et sont issues de la réforme agraire. Nous sommes donc face à des exploitations récentes, installées depuis moins de 10 ans. A ce stade il existe différents types d'exploitations pour lesquelles il apparait intéressant de pratiquer les systèmes de culture sous couverture végétale.

Les résultats de nos simulations nous ont montré que cette technologie est avantageuse pour les producteurs. Il semblerait que l'adoption des SCV soit motivée par l'économie du temps de travail que cela représente au moment de la mise en place des cultures. Nous avons également vu que cette option technique est compatible avec la présence de l'élevage sur les exploitations. En effet l'alimentation des animaux en saison sèche reste une période difficile à gérer en terme de fourrages disponibles. L'introduction des plantes de couverture dans les cultures constitue une source de fourrage supplémentaire à cette période. Cette valorisation des plantes de couverture dans l'alimentation facilite également les changements de systèmes d'élevage. Elle assure la complémentation en limitant les achats de concentrés qui représentent un coût important pour les petits producteurs. Cependant l'intérêt des plantes de couverture dans une exploitation qui pratique une activité laitière intensive est discutable. Actuellement la mise en pratique de cette technologie est bien perçue par les producteurs. Nous pouvons toutefois nous interroger sur l'évolution de son adoption si le projet « Unai » était arrêté. Par le biais de prêt de semoirs et d'herbicides, le projet diminue l'investissement nécessaire à la mise en œuvre des SCV la première année.

Le bilan des simulations est en parfaite cohérence avec les perceptions des producteurs. La diminution du temps de travail et le coût d'implantation à l'hectare plus économique qu'en système de culture conventionnel sont pour eux les principaux avantages des SCV.

Les systèmes de culture sous couverture végétale apparaissent actuellement comme une pratique économiquement intéressante pour tous les types de producteurs rencontrés dans le municiple de Unai.

Pour mieux cerner le fonctionnement de ces systèmes de « polyculture-élevage » et donc les conditions d'adoption des SCV, il serait intéressant de faire une étude de marché sur le négoce des bovins. Le modèle montre encore une sensibilité à ce paramètre qui détermine pourtant tous les achats et ventes de bovins et donc l'orientation du système d'élevage au sein des exploitations. De même une précision sur le temps de travail nécessaire à la gestion du petit élevage permettrait de mieux connaître l'évolution de cet élevage.

BIBLIOGRAPHIE

- Ab'Saber A.N, 1971. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. *In* : III Simposio sobre o cerrado. Ferri MG, Brésil. ed. Edgar Blucher.EDUSP. São Paulo, p 1-14.
- Alvarez S., 2007. Intérêt de l'introduction des systèmes de culture sous couvert végétal (SCV) : approche par la modélisation économique pour les exploitations issues de la réforme agraire dans les Cerrados, Brésil. Mémoire de fin d'étude pour le DAA, CIRAD, Montpellier, France. 114p.
- Bertol I., Engel F.L., Mafra A.L., Bertol O.J., Ritter S.R., 2007. Phosphorus, potassium and organic carbon concentrations in runoff water and sediments under different soil tillage systems during soybean growth. *Soil Till. Res.* 94, 142-150.
- Bernoux M., Cerri C.C., Neill C, Moraes J.L., 1998. The use of stable carbon isotopes for estimating soil organic matter turnover rates. *Geoderma* 82, 43-58.
- Blancaneaux P., Freitas P.L., Amabile R.F.,1993. Le semis direct comme pratique de conservation des sols des Cerrados du Brésil central. *Cahiers Orstom, série pédagogique*, Paris, 28, p.253-275.
- Brescia F., Chardonnet P., de Garine-Wichatitsky M., Jori F., 2002. 7.3.2. Les élevages non-conventionnels. *In* : MAE, CIRAD, GRET, CTA, 2002. Mémento de l'agronome, support CD-ROM.
- Bustamante M.M.C., Corbeels M., Scopel E., Roscoe R., 2006. Soil carbon storage and sequestration potential in the Cerrado region of Brazil. *In*: Lal, R., Cerri, C.C., Bernoux, M., Etchevers, J. (Eds.). *Soil Carbon Sequestration and Global Climate Change: Mitigation Potential of Soils of Latin America*. The Harworth Press Inc., Binghamton, pp. 285-304.
- Cassman K.G., 1999. Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. *National Academy of Sciences colloquium* ; 96 ; 5952-9.
- Corbeels M., Scopel E., Cardoso A., Bernoux M., Douzet J.M., Siqueira Neto M., 2006. Soil carbon storage potential of direct seeding mulch-based cropping systems in the Cerrados of Brazil. *Global Change Biology*, 12: 1-15.
- Dounias I., 2001. Systèmes de culture à base de couverture végétale et semis direct en zones tropicales. *Etudes et travaux n°19*, CNEARC, CIRAD-CA. 140 p.
- Embrapa CPAC, Sueli Matiko Sano & Semiraris Pedrosa de Almeida, 1998. Cerrado : ambiente e flora, chapitre « fitofisionomias do bioma cerrado ».
- Erenstein O., 2003. Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics : a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crop. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100. 17-37.

Evers G., Agostini A. 2001. No-tillage farming for sustainable land management: Lesson from the 2000 Brazil study tour. 26 p. Rapport n. 12.

Figue 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 Silvânia au Brésil. Thèse doct., INAPG, Paris, France. 326 p.

Findeling A., Ruy S., Scopel E., 2003. Modelling the effects of a partial residue mulch on runoff using a physically based approach. *Journal of Hydrology* 275. 49-66.

Freud C., 2005. Evaluation de l'impact économique des systèmes de culture sur couvert végétal (SCV) au Brésil et Madagascar. CIRAD, Montpellier, 59 p.

Gomes de Sousa D.M., Lobato E., 2002. Cerrado, Correção do solo e adubação. Embrapa, Planaltina, 416 p.

Gonçalves R., 2004. La naissance du Mouvement des Travailleurs Sans Terre et la longue lutte des « gens sans terre ». *Carré rouge*, 29. 36-46

Goudet M., 2005. Agriculture des assentamentos de la réforme agraire dans le municípe d'Unai (Minas Gerais – Brésil) : Pratiques, perceptions et acteurs locaux. Mémoire de fin d'études pour le DIAT, Centre National d'Etudes Agronomique des Régions Chaude, Montpellier, France. 135 p.

Lenne P., 2006. Confrontation des connaissances entre agriculteurs et chercheurs dans un dispositif de co-construction de l'innovation : le cas du semis direct à Unai. Rapport de stage de Master 2 « Développement local : acteurs sociaux et dynamiques spatiales dans les pays du sud, CIRAD, Montpellier, France. 172p.

Myers N., Mittermeier R.A., Mittermeier C.G., Fonseca G.A.B., et Kent J, 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858

Ribeiro J.F., Teles Walter B.M., 1998. Fitofisionimias do biom Cerrado. *In* : Cerrado: ambiente e flora, Sano S.M., Pedrosa de Almeida S., Embrapa, Planaltina, Brésil. 89-166.

Ribeiro M.F., 2001. Agriculture and Natural Resource Management: The role of Conservation Agriculture. *In*: Conservation Agriculture a Worldwide Challenge. García-Torres L., Benites J., Martínez-Vilela A., XUL, Madrid, Espagne. 237-243.

Schaller N., 2007. Dynamiques de l'eau et de l'azote dans les systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal chez les petits producteurs de l'agriculture familiale : Cas des Cerrados brésiliens. AgroParisTech, Paris, France. 65p.

Scopel E., Da Silva F.M., Corbeels M., Affholder F., Maraux F., 2004a. Modeling crop residue mulching effects on water use and production of maize under semi-arid and humid tropical conditions. *Agronomie* 24, 383-395

Scopel E., Triomphe B., Ribeiro M.F., Séguy L., Denardin J.E., Kochhann R.A., 2004b. Direct seeding mulch-based cropping systems (DMC) in Latin America. *In*: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep – 1 Oct 2004, Brisbane, Australia.

Scopel E, Findeling A, Guerra EC, Corbeels M., 2005. Impact of direct sowing mulch-based cropping systems on soil carbon, soil erosion and maize yield. *Agron Sustain Dev* 25:425–432

Séguy L., Bouzinac S., 1996. Du transfert de technologie Nord-Sud aux systèmes de semis direct en zone tropicale humide. Dossier 55-96 CIRAD-CA/Rhodia, Brésil. 164 p.

Souza Martins J., 2000. La réforme agraire et le développement économique. *In* : La réforme agraire et la mondialisation de l'économie : le cas du Brésil. Cahier de la terre, Brasilia, Brésil. 13-16

Spehar C.R., Souza P.I.M., 1996. "Systèmes cultureux durables pour les Cerrados du Brésil". *In* : Gestion intégrée des cultures. :FAO, 31. (vol. 1), Rome, Italie. <URL: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V8941F/v8941f04.htm>

Waniez, P. 1988. "Base de données pour la recherche géographique: la dynamique spatiale agricole des cerrados au Brésil". [On-line]. [19/07/2008]. <URL: http://www.bondy.ird.fr/pleins_textes/pleins_textes_4/sci_hum/25873.pdf>.

Yamada T., 2005. The Cerrado of Brazil: A Success Story of Production on Acid Soils. *Soil Sci. Plant Nutr.* 51, 617–620.

Zanoni M., Lamarche H., 2001, Agriculture et ruralité au Brésil. Un autre modèle de développement, Karthala, Paris, INA.

Zoby, J.L.F et al., 2001, Adaptação e utilização de dispositivo metodológico participativo para apoiar o desenvolvimento sustentável de assentamentos de reforma agrária. Embrapa Cerrados Planaltina, Brésil. 64 p

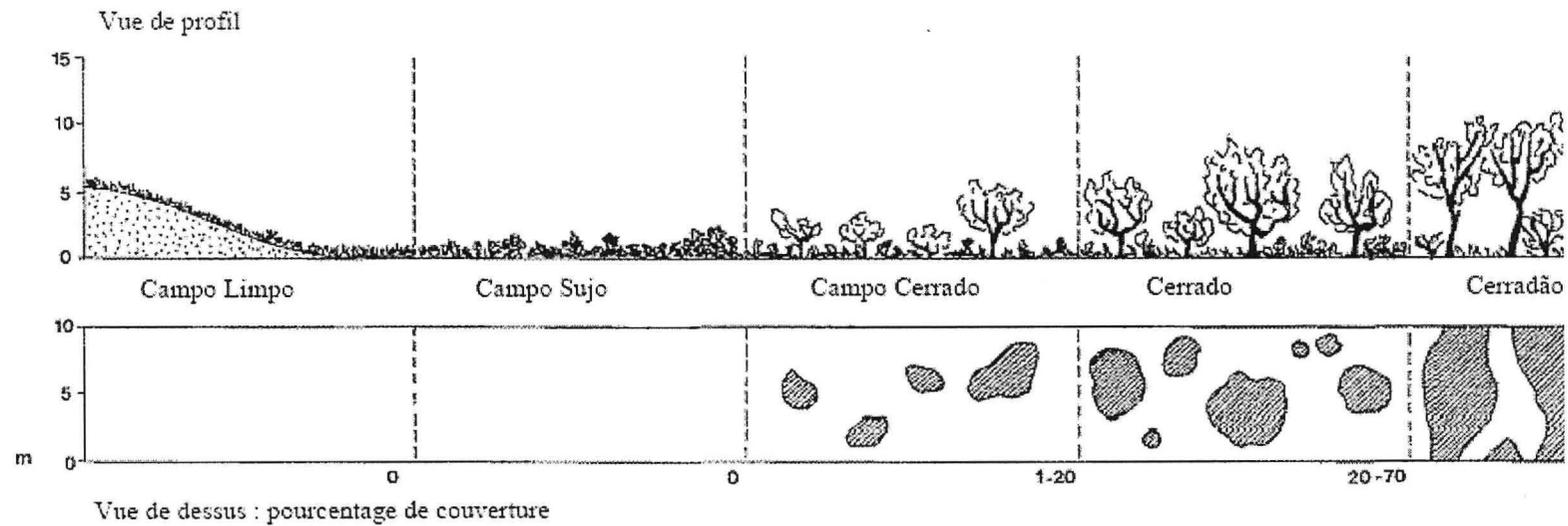
Université fédérale de Lavras : < URL : <http://www.dcs.ufla.br>>

IBGE : <URL: <http://www.ibge.gov.br>>

ANNEXES

Annexe 1: Différents faciès du couvert végétal des Cerrados

Source : (Waniez, 1988)



Annexe 2 : Questionnaire de la première visite (Historique, main d'œuvre, foncier, élevage bovin, trésorerie)

Date de l'enquête :

Nom du producteur :

Localisation de l'exploitation

Nom de l'assentamento / _____ /

Type de relief / _____ /

Type de sol / _____ /

Récapitulatif

* Récapitulatif de cette exploitation (enquête 2007)

Thème 1.
Histoire de l'exploitation

Depuis quand vivez vous sur ce lot de terre? / _____ /

Pourquoi êtes vous venus vous installer ici? / _____ /

Où viviez vous avant? / _____ /

Quelle était votre principale activité avant de vous installer dans l'assentamento?
/ _____ /

Depuis quand avez vous commencé une activité d'élevage ? / _____ /

Laquelle? / _____ /

Tableau 1.1. Principales étapes de l'activité d'élevage

Type d'élevage	Années de changements	Evolution du nombre d'animaux	Raisons des changements	Projets
Bovins	Début : / ____ /			
Volailles				
Porcs				

Quels sont vos projets en ce qui concerne l'élevage pour les 10 prochaines années?

/ _____
Bovins : _____

Volailles : _____

Porcs : _____

_____ /

Avez vous des projets pour votre système de culture?

/ _____

_____ /

Avez vous des projets pour votre famille? (Enfants, femme, ...)

/ _____

_____ /

Thème 2
Structure de la main d'œuvre familiale

Qui prend les décisions relatives aux cultures? /____/

1. Le chef de famille
2. Un membre de la famille. Qui? _____
3. Un technicien
4. Autres : _____

Tableau 2.1. Qui prend les décisions relatives à l'élevage ?

Type d'élevage	Qui décide ? (1)	Principales décisions prises	Observation
Bovins Lait	- -		
Bovins viande			
Volailles			
Porcs			

(1) Qui ? 1. Le chef de famille 2. Un membre de la famille. 3. Un technicien 4. Autres: _____

Caractéristiques des membres de la famille:

Combien de personnes vivent avec vous? /____/

1. Femmes : _____
2. Hommes : _____
3. Enfants : _____

Combien d'enfants sont encore à l'école? /_____/

Tableau 2.2. Activités des membres de la famille :

	Saison	Travail des cultures			Travail lié à l'élevage			Travail non agricole		
		Type d'activités	Durée (1)	Nombre	Type d'activités	Durée (1)	Nombre	Type d'activités	Durée (1)	Nombre
mmes	Sèche									
	Humide									
nmes	Sèche									
	Humide									
fants	Sèche									
	Humide									

(1) Durée : 1. Temps complet, 2 Mi-temps (2-3 jours par semaine), 3. Week-end + vacances, 4. occasionnel

Thème 3 :
Objectifs de valorisation :

Tableau 3.1 Commercialisation des cultures

	Type de produits	Nom du marché	Distance entre le marché et la ferme (en km)	Type de transport	Coût de déplacement jusqu'au marché	Qui fait la transaction? (1)	Nature de la négociation (2)
Cultures	Maïs						
	Riz						
	Manioc						
	Sorgho						
	Canne à sucre						
	Autres :						

(1) 1. Chef de famille, 2. Femmes, 3. Enfants, 4. Voisins/ connaissances, 5. Intermédiaires

(2) 1. Prix fixe, 2. L'acheteur donne le prix, 3. Prix est négocié

Tableau 3.2 Commercialisation des bovins

	Type de produit	Nom du marché	Distance entre le marché et la ferme (en km)	Type de transport	Coût de déplacement jusqu'au marché	Qui fait la transaction? (1)	Nature de la négociation (2)
Type zébus	Vache						
	Bœuf						
	Génisse						
	Taurillon						
	Vêla						
	Veau						
Type croisés	Vache						
	Bœuf						
	Génisse						
	Taurillon						
	Vêla						
	Veau						
Race laitière	Vache						
	Bœuf						
	Génisse						
	Taurillon						
	Vêla						
	Veau						
Autres							

(1) 1. Chef de famille, 2. Femmes, 3. Enfants, 4. Voisins/ Connaissances, 5. Intermédiaires

(2) 1. Prix fixe, 2. L'acheteur donne le prix, 3. Prix négocié

Connaissez vous d'autres marchés dans la région? Si oui, lesquels?

/ _____

 _____ /

Avez vous des voisins, des connaissances qui vont sur des marchés différents des vôtres? Si oui lesquels?

/ _____

 _____ /

Pourquoi n'allez vous pas sur ces marchés?

/ _____

 _____ /

Thème 4
Description du foncier

	Superficie (2007/2008)	Propriété/location/emprunt (1)	Financement des terres (2)
Champs			
Cerrado/Cerradão			
Réserve légale			
Jardin de case			
Cultures vivrières			
Cultures pérennes			
Aire de plantation de la canne à sucre			
Pâturage formé			
Pâturage natif			
Aire d'élevage			

(1) Type de propriété :

1. Propriété privé, 2. Propriété privée avec une période limitée (Durée _____), 3. Location avec paiement d'un loyer, 4. Location avec paiement en nature, 6. Autres: _____

(2) Financement des terres:

1. Argent de la vente des produits agricoles, 2. Argent des activités non agricoles, 3. Argent de la famille, 4. Emprunt à la famille, 5. Crédit bancaire, 6. Autres : _____

Avez vous vendu ou loué des terres ? 1. Oui 2. Non / ___/

Si oui,

Tableau 4.2. Description

Année de vente	A qui? (1)	Pourquoi? (2)	Taille de la parcelle (en ha)	Compensation monétaire (R\$)	Compensation en biens	1. Définitivement 2. Temporairement	Quand récupérez vous la terre?

(1) A qui ?

- | | |
|------------------|---|
| 1. Père | 5. Frères/ Sœurs |
| 2. Mère | 6. Voisins |
| 3. Mari / Epouse | 7. Autres personnes de la région: _____ |
| 4. Enfants | 8. Autres : _____ |

(2) Quand et pourquoi?

1. Nécessité urgente
2. Autres : / _____

Tableau 4.3. Occupation des terres

Type de terre	Année	Superficie du lot (ha)	H (septembre 2007- Avril 2008)			D (May à Sept 2008)	
			Cultures	Superficie	Type de technique (1)	Type de culture	Superficie
Terre de culture	2007		Maïs				
			Maïs ensilage				
			Riz				
			Manioc				
			Sorgho				
			Sorgho ensilage				
			Canne à sucre				
			Brachiaria				
			Pennisetum				
		Andropogon					
	2008		Maïs				
			Maïs ensilage				
			Riz				
			Manioc				
			Sorgho				
			Sorgho ensilage				
			Canne à sucre				
			Brachiaria				
		Pennisetum					
	Andropogon						
Latosol	2007		Maïs				
			Maïs ensilage				
			Riz				
			Manioc				
			Sorgho				
			Sorgho ensilage				
			Canne à sucre				
			Brachiaria				
			Pennisetum				
		Andropogon					
	2008		Maïs				
			Maïs ensilage				
			Riz				
			Manioc				
			Sorgho				
			Sorgho ensilage				
			Canne à sucre				
			Brachiaria				
		Pennisetum					
	Andropogon						
Cambisol	2007		Brachiaria				
			Andropogon				
	2008		Brachiaria				
			Andropogon				

(1) 1. Conventionnel , 2. Pas d'option technique, 3. Semis direct, 4. SD avec *Cajanus*, 5. SD avec *Brachiaria*.

Tableau 4.4. Estimation de la production des parcelles :

Type de culture	Type de produit	Estimation de la production (kg/ha)		Part consommée (kg)	Part stockée (kg)	Durée des stocks (en mois)	Part vendue (kg)	Prix unitaire de vente (R\$)
		H	D					

Faites vous des stocks? 1. Oui 2. Non /___/

Type de stock	Où? (1)	Période de stock	Pourquoi? (2)
Maïs			
Canne à sucre			

(1) Où? 1. Local pour stock, 2. Maison, 3. Sous abri, 4. A l'extérieur (sans abri), 5. Autres :
/_____/

Pourquoi ? 1. Vendre plus tard pour avoir de meilleurs prix, 2. Assurer la sécurité alimentaire de la famille, 3. Assurer alimentation du troupeau, 4. Autres:
/_____/

Effectuez vous des mises en défens ? 1. Oui 2. Non / ___ /

Comment les mettez vous en place? / _____ /

Sur quelles parcelles ? / _____ /

Combien de temps durent les mises en défens? / _____ /

Tableau 4.5. Utilisation et transformation des produits agricoles:

Produits des cultures	Utilisation (en vert, dans les 2 mois, stock)	Type de transformation (ensilage, autres)	Coût de transformation	Fréquence (1)
		Rapadura		
		Farinha		
		Fromage		

(1) 1. Tous les ans, 2. Tous les 2 ans, 3. Exceptionnellement

Connaissez vous les SCV? 1. Oui 2. Non / ___ /

Si oui, depuis quand utilisez vous cette technique ? / _____ /

Si non, pensez vous adopter cette technique? 1. Oui 2. Non / ___ /

Si oui, qu'en pensez vous? Avantages / Inconvénients

/ _____ /

_____ /

Si oui sur quelles parcelles/sols? / _____ /

Avec quelle couverture végétale ? / _____ /

Dans quel but? Quel usage ? / _____ /

Quand ? / _____ /

Pensez vous continuer les SCV ? 1. Oui 2. Non / ___ /

Si non, pourquoi ? / _____ /

Pensez vous utiliser cette technique sur d'autres parcelle ? / _____ /

Thème 5. Description des bovins

Partie 5.1. Evolution du troupeau

Tableau 5.1. Evolution du troupeau de bovins

Type	Stades	Nombre 2007/2008	Nbre acheté entre Avril 2007/Avril 2008	Prix unitaire par tête (R\$)	Comment avez vous payé ? (1)	Nbre vendu	Prix (\$)	Pourquoi avez vous vendu ? (2)
Zébus	Vache							
	Boeuf							
	Génisse							
	Taurillon							
	Vêles							
	Veau							
Croisées	Vache							
	Boeuf							
	Génisse							
	Taurillon							
	Vêles							
	Veau							
Race laitière	Vache							
	Boeuf							
	Génisse							
	Taurillon							
	Vêles							
	Veau							
Chevaux								

(1) Comment avez vous payé?

1. Argent, 2. Nature (troc), 3. Crédit, 4. Autres: / _____ /

(2) Pourquoi avez vous vendu?

1. Nécessité d'argent, 2. Renouvellement du troupeau, 3. Pour acheter autre chose? Quoi? : _____ /

4. Autres: / _____ /

Partie 5.2. Elevage bovin

1. Naissance

Combien de bovins sont nés entre avril 2007 et Avril 2008? / _____ /

Quand? / _____ /

Combien de mâles? / _____ /

Combien de femelles? / _____ /

2. Conduite de l'élevage

Les animaux sont ils séparés en différents groupes? 1. Oui 2. Non / ____/

Si oui, comment sont faits les lots ?

Quels animaux sont séparés?

/ _____/

Quelle différence de traitement? 1. Alimentaire, 2. Soins, 3. Changement de gestionnaire, Pourquoi ?

/ _____/

3. Prix de vente et d'achat sur le marché: valorisation en viande

Pouvez vous estimer le prix de vente par âge des bovins?

Race / _____/

Vache (2-4 ans): / _____/

Boeuf (2-4 ans): / _____/

Vache (>5 ans): / _____/

Boeuf (>5 ans): / _____/

Génisse: / _____/

Taurillon : / _____/

Vêles : / _____/

Veau: / _____/

Pouvez vous estimer le prix d'achat par âge?

Race / _____/

Vache (2-4 ans): / _____/

Boeuf (2-4 ans): / _____/

Vache (>5 ans): / _____/

Boeuf (>5 ans): / _____/

Génisse: / _____/

Taurillon: / _____/

Vêles : _____/

Veau : / _____/

4. Production laitière

Nombre de vaches en lactation: / _____/

Tableau 5.2. Production et vente de lait

Type	Combien de litres produisez vous par jour?	Combien de litres sont autoconsommés?	Combien de litres vendez vous par jour?	Prix (R\$/l)
Zébus	H			
	D			
Croisé	H			
	D			
Race laitière	H			
	D			

Pourquoi ne vendez vous pas de lait ?

/ _____/

Voulez vous développer ou intensifier la production laitière? 1. Oui 2. Non /_/

Si oui, comment ?

/

/

Partie 5.3. Autres recettes de l'élevage de bovins:

Tableau 5.3. Autres recettes

Catégorie d'animaux	Type de produits	Production en 2007/2008 (en kg)	Part vendue	Prix de la transformation	Prix de vente (R\$/unité)
		H			
		D			

Partie 5.4. Gestion de l'alimentation

Tableau 5.4 Alimentation animale

Type	Stade	Type de fourrage (Grains, ensilage, pâturage, résidus)	Quantités utilisées (kg/j)		Type de concentrés	Quantité distribuée (kg/j)	
			H	D		H	S
Zébus	Vache						
	Boeuf						
	Génisse						
	Taurillon						
	Vêles						
	Veau						
Croisé	Vache						
	Boeuf						
	Génisse						
	Taurillon						
	Vêles						
	Veau						
Race laitière	Vache						
	Boeuf						
	Génisse						
	Taurillon						
	Vêles						
	Veau						
Chevaux							

Partie 5.5. Achat d'aliments

Tableau 5.5 Achat de fourrages et de concentrés

Fourrages				Concentrés		
Type	Quand achetez vous?	Quantité (kg/an)	Prix unitaire (R\$)	Type	Quantité (kg/an)	Prix unitaire(\$)

Thème 6 Activités agricoles

Utilisez vous du fumier? 1.Oui 2. Non / ____ /

Si oui,
Tableau 6.1.

Type de terre	Culture	Nature du fumier (1)	Origine animale du fumier	Principale espèce animale	Quantité utilisée		Fréquence (2)	Achetez vous du fumier?	Quantité achetée	Prix
					H	D				

(1) Nature du fumier:

1. Engrais vert
2. Tiges et pailles
3. Fumier des vaches
4. Pâturage des animaux
5. Résidus de culture
6. Litière des volailles
7. Autres : / _____ /

(2) Fréquence :

1. Saison
2. Année
3. Tous les 2 ans
4. Tous les 3 ans
5. Autres : / _____ /

Thème 7
Activités non agricoles

Tableau 7.1. Description des activités non agricoles

Type d'activité	Depuis quand?	Qui pratique cette activité? (1)	Lieu de l'activité (2)	Mode de financement (3)	Revenu/an (R\$)	Estimation des coûts de production	Temps alloué à l'activité

(1) Qui?

1. Chef de famille, 2. Epouse, 3. Enfants, 4. Autres personnes de la familles, qui ? : _____/

(2) Lieu

1. Sur l'exploitation, 2. Dans l'assentamento, 3. A l'extérieur, où ? : / _____/

(3) Mode de financement

1. Argent, 2. Prêt d'un client, 3. Prêt d'un parent/ami, 4. Prêt bancaire, 5. Aucun besoin, 6. Programme de l'Etat), 7. Autres : / _____/

Tableau 7.2. Autres revenus

Origine (1)	Depuis quand ?	Montant/an (R\$/an)	Comment utilisez vous ce revenu ? (2)	Précision

(1) Origine:

1. Pension, 2. Subvention, 3. Location de terre, 4. Location de bâtiments, 5. Indemnités, 6. Autres : _____/

(2) Utilisation:

1. Besoins familiaux (école, alimentation, santé, ...), 2. Maison, 3. Cérémonies, 4. Achat de terre, 5. Equipement, 6. Troupeau, 7. Aide pour l'agriculture, 8. Autres : _____/

Thème 8 Dépenses et trésorerie

Partie 8.1. Changement de l'équipement/ Dépenses de l'exploitation

Avez vous fait des acquisitions entre Avril 2007 e Avril 2008 ? 1.oui 2.non / ___/

Si oui,
Tableau 8.1.

Type d'équipement	Nombre 2007 /2008	Mode d'acquisition (1)	Depuis quand?	Coût (R\$) (2)	Période de location par an
Tracteur					
Animal pour la traction					
Pulvérisateur					
Bicyclette					
Semoir					
Autres					

(1) **Mode d'acquisition:**

1.Achat, 2. Don, 3. Location, 4. Prêt temporaire,
5. Autres : / _____ /

(2) **Coût:** Prix de vente ou de location (/ heure / hectare)

Tableau 8.2. Dépenses d'élevage :

	Type	Type de dépenses	Coût (R\$/an)	Dépenses annuelles en 2007/2008
	Etable / Abri			
Dépenses vétérinaires (moyenne / animal / an)	Bovins			
	Porcs			
	Volailles			
	Insémination			
	Autres			

Partie 8.2. Dépenses du ménage

Avez vous des frais liés à la scolarisation? 1. Oui 2. Non / ___/

Tableau 8.3. Dépenses de scolarisation

Section	Nombre d'enfants	Prix de l'inscription / enfant (R\$)	Prix du matériel / enfant	Coût total (R\$)
Primaire				
Fondamental				
Moyen				
Université				
Apprentissage				

Avez vous des enfants qui ont arrêté l'école? 1. Oui 2. Non / ___/

Si oui, pourquoi?

1. Diminution des coûts, 2. Ecole inutile, 3. Enfant travaille à la ville, 4. Enfant travaille saur l'exploitation, 5. Enfant s'est marié, 6. Ne veut pas aller à l'école, 7. Autres :

/ _____ /

Pouvez vous estimer les frais lies à la santé pour l'année 2007/2008 : / _____ /

Tableau 8.4. Quelles sont les principales dépenses pour l'alimentation :

Aliments	Quantité	Prix (R\$/kg)	Avez vous connu des périodes où les achats n'ont pas pu se faire ? Pourquoi?

Tableau 8.5. Dépenses pour les cérémonies, les événements exceptionnels

Nature	Montant	Observation
Mariage		
Carnaval		
Enterrement		
Autres		

Avez eu des dépenses importantes cette année?: Construction, véhicule,...

Type: / _____ /

Valeur: / _____ /

8.3. Crédits

Avez vous des crédits en cours ? 1. Oui 2. Non / ___ /

Tableau 8.6 Type de crédits entre avril 2007-avril 2008

Date	Source du crédit (1)	Montant (R\$)	Taux d'intérêt	Nbre de prestations (en mois ou années)	Forme de paiement (2)	Garanties nécessaires	Stade de remboursement (3)	Dans que but ? (4)
	Pronaf A							
	Pronaf B							

(1) Source du crédit: 1. Famille/amis, 2. Prêt à une association, 3. Banque, 4. Coopérative, 5. Commerçant, 6. Donation privée, 7. Autres: / _____ /

(2) Forme de paiement : 1. Argent, 2. Nature (troc): / _____ /

(3) Stade de remboursement: 1. totalement remboursé, 2. partiellement remboursé, 3. non remboursé

(4) Destination:

1. Besoins familiaux (alimentation, santé, école), 2. Maison, 3. Cérémonies,

4. Achat de terre, 5. Achat de bétail, 9. Dépenses agricoles,

10. Activités non agricoles, 11. Autres: _____

Avez vous une autre forme d'épargne? 1. Oui 2. Non / ___ /

Si oui, laquelle ? / _____ /

Selon vous quelle est la meilleure forme d'épargne ?

1. Investissement dans les animaux ? Lesquels? / _____ /

2. Banque : type d'épargne: / _____ /

3. Construction : / _____ /

4. Autres : / _____ /

5.

Annexe 3 : Questionnaire de la deuxième visite (Elevage des porcs et des volailles)

Date de l'enquête :

Nom de l'éleveur :

2ème visite : Elevage avicole et porcin

Thème 1 Etat des lieux du cheptel avicole

Tableau 1.1. Evolution du stock des animaux

Espèce animale	Age	Nombre 2007/2008		Nbr acheté en Avril 2007/Avril 2008	Prix unitaire d'achat (\$)	Comment avez-vous payé? (1)	Nb vendu	Prix (\$)	Prquoi avoir vendu? (2)
Volaille	Pondeuse								
	Poulet/poulette								
	Coq								

(3) Comment avez-vous payé?

1. Argent, 2. Nature, 3. Crédit, 4. Autres: / _____ /

(4) Pourquoi avoir vendu?

1. Besoin d'argent, 2. Réforme, 3. Pour acheter autre chose. Quoi ? : _____ /

4. Autres: / _____ /

Thème 2 :
Les objectifs de valorisation :

Tableau 2.1 Commercialisation des animaux

	Type de produits	Nom du marché	Distance entre le marché et la ferme (en km)	Type de transport	Coût du déplacement jusqu'au marché	Qui fait la transaction? (1)	Nature de l. négociation (2)
Oailles	Coq						
	Pondeuse						
	Poulet						

(3) 1. Chef de famille, 2. Femme, 3. Enfants, 4. voisins/connaissances, 5. Intermédiaires

(4) 1. Prix fixe, 2. Prix imposé par l'acheteur, 3. Prix négocié

Connaissez-vous d'autres marchés dans la région ? Si oui lesquels ?

/ _____
 _____ /

Avez-vous des voisins, des connaissances qui vont sur des marchés différents des vôtres ? Si oui lesquels ?

/ _____
 _____ /

Pourquoi n'allez-vous pas ces marchés ?

/ _____
 _____ /

Thème 3

Conduite de l'élevage avicole

1. Allotement

Faites vous des lots pour l'élevage des volailles ? 1. oui 2. non /___/

Pour quelles catégories d'animaux ?

/ _____ /
_____ /

Quelle différence de traitements? /_____/

1. Alimentaire,
2. Soins,
3. Changement de gestionnaire.

Pourquoi ?

/ _____ /
_____ /
_____ /

2. Ponte

Nombre de poules qui pondent tous les jours: / _____ /

Combien d'œufs sont produits par jour ? / _____ /

Combien d'œufs sont autoconsommés ? / _____ /

Combien d'œufs sont conservés pour l'élevage de poussins ? / _____ /

Combien d'œufs sont vendus ? / _____ /

Où les vendez-vous ? / _____ /

Combien les vendez-vous (par unité)? / _____ /

Y a-t-il des variations de commercialisation dans l'année ? 1. oui 2. Non /___/

Si oui lesquelles ?

/ _____ /

Avez-vous eu de la mortalité sur les poules ? 1. oui 2. Non /___/

Si oui, combien par mois / _____ /

3. Elevage de chair

En plus de l'élevage, achetez-vous des poussins pour l'élevage de poulettes ou poulets ?

1. oui 2. Non /___/

Combien payez-vous les poussins à l'achat? / _____ /

Combien de temps gardez-vous les poulets avant de les vendre ? / _____ /

Quel est le rythme des ventes ? / _____ /

1. Tous les jours, 2. deux/trois fois par semaine, 3. une fois par semaine, 4. une fois tous les 15 jours, 5. une fois par mois.

Combien de poulet vendez-vous en moyenne sur cette période ? / _____ /

Quel est le poids moyen de vente des poulets ? / _____ /

A quel prix les vendez-vous ? / _____ /

Y-a-t-il des variations de prix ? 1. oui 2. Non / ___ /

Si oui, lesquelles et pourquoi ?
/ _____ /
/ _____ /

4. Consommation familiale de volaille

Quel est le rythme de consommation de volaille de la famille ? / _____ /
1. deux fois/semaine, 2. une fois par semaine, 3. une fois tous les 15 jours.

Quelle quantité sur la période ? / _____ /

Quel est le produit le plus consommé par la famille ? / _____ /
1. Poule, 2. Coq, 3. Poulets/poulettes

Vous arrive-t-il d'acheter des poulets/poulettes pour la consommation? 1. oui 2. non / ___ /

Si oui, à quel rythme ? / _____ /

Quelle quantité ? / _____ /

A quel prix ? / _____ /

Partie 3.2. Autres recettes liées à l'élevage avicole:

Tableau 3.2. Autres recettes

Catégorie d'animaux	Type de produits	Production en 2007/2008 (en kg)	Part vendu	Prix des transformation	Prix de vente (\$/unité)
		H			
		D			

Thème 4
Gestion de l'alimentation

Partie 4.1 : Types d'alimentation

Table 4.1 Alimentation des volailles

Catégories d'animaux	Types d'aliment	kg/j	Part produite sur l'exploitation pendant l'année
Poulet/poulette			
Poule			
Coq			

Partie 4.2 : Achat des aliments pour les volailles (Avril 2007-Avril 2008)

Table 4.2 Achat de fourrages et de concentrés

Fourrages				Concentrés		
Type	Quand achetez-vous?	Quantités (kg/an)	Prix (\$/unités)	Type	Quantités (kg/an)	Prix (\$/unités)

Elevage porcin

Thème 1

Etat des lieux du cheptel porcin

Tableau 1.1. Evolution du stock des animaux

Espèce animale	Age	Nombre 2007/2008		Nbr acheté en Avril 2007/Avril 2008	Prix unitaire d'achat (\$)	Comment avez-vous payé? (1)	Nb vendu	Prix (\$)	Prquoi avoir vendu? (2)
Porc (2007 :)	Mâle adulte								
	Femelle adulte								
	Cochette								
	Porcelet								

(5) Comment avez-vous payé?

1. Argent, 2. Nature, 3. Crédit, 4. Autres: / _____ /

(6) Pourquoi avoir vendu?

1. Besoin d'argent, 2. Réforme, 3. Pour acheter autre chose. Quoi ? : _____ /

4. Autres: / _____ /

Thème 2

Les objectifs de valorisation

Tableau 2.1 Commercialisation des animaux

	Type de produit	Nom du marché	Distance entre le marché et la ferme (km)	Type de transport	Coût du déplacement jusqu'au marché	Qui fait la transaction? (1)	Nature de la négociation (2)
Porcs (2007:)	Truie						
	Verrat						
	Porcelet						
	Cochette						

(5) 1. Chef de famille, 2. Femme, 3. Enfants, 4. voisins/connaissances, 5. Intermédiaires

(6) 1. Prix fixe, 2. Prix imposé par l'acheteur, 3. Prix négocié

Connaissez-vous d'autres marchés dans la région ? Si oui lesquels ?

/ _____

 _____ /

Avez-vous des voisins, des connaissances qui vont sur des marchés différents des vôtres ? Si oui lesquels ?

/ _____

 _____ /

Pourquoi n'allez-vous pas ces marchés ?

/ _____

 _____ /

Thème 3

Conduite de l'élevage porcin

Partie 3.1 : La conduite

1. Allotement

Faites vous des lots pour l'élevage porcin ? 1. oui 2. Non / ___/

Pour quelles catégories d'animaux ?

/ _____/

Quelle différence de traitements ? 1. Alimentaire, 2. Soins, 3. Changement de gestionnaire.
Pourquoi ?

/ _____/

2. Elevage des truies et naissance

Combien avez-vous eu de naissance entre Avril 2007 et Avril 2008 ? / _____/

Principale période des naissances : / _____/

Nombre de porcelets par portée ? / _____/

Nombre de cochettes par portée ? / _____/

Avez-vous des pertes à la naissance ? 1. oui 2. non / ___/

Si oui, combien de pertes en moyenne à la naissance ? / _____/

3. Conduites d'élevage des porcelets et cochettes

Quelle est la durée du sevrage (jours)? / _____/

Avez-vous des pertes pendant le sevrage ? 1. oui 2. non / ___/

Si oui, combien de pertes en moyenne durant le sevrage ? / _____/

Faites vous de l'engraissement ? 1. oui 2. non / ___/

Combien de temps gardez vous les porcelets et les cochettes avant de les vendre :

1. Si uniquement phase de croissance / _____/

2. Si engraissement ? / _____/

Dont période de l'engraissement ? / _____/

Avez-vous des pertes pendant la croissance ? 1. oui 2. non / ___/

Si oui, combien de pertes en moyenne par mois ? / _____/

Avez-vous des pertes pendant l'engraissement ? 1. oui 2. non / ___/

Si oui, combien de pertes en moyenne par mois ? / _____/

4. Destination des animaux produits/ mise en marché et prix

Vendez-vous ou consommez vous des animaux juste après le sevrage? 1. oui 2. non / ___/

Vendez-vous ou consommez vous des animaux juste après le croissance ? 1. oui 2. non / ___/

Combien de cochettes gardez vous en moyenne sur l'année pour le renouvellement?

/ _____/

Tableau 3.1. Destination des jeunes porcs

Catégories d'animaux	Stades	Nbre de tête par an	Poids en fin de stade	Nbre vendu	Nbre consommé	Prix unitaire
Porcelet	Sevrage					
	Croissance					
	Engraissement					
Cochette	Sevrage					
	Croissance					
	Engraissement					

Pouvez-vous estimer le prix de vente par âge ?

Truie 2 ans : / _____ / Verrat 2 ans : / _____ /
 Truie 2-3 ans : / _____ / Verrat 2-3ans : / _____ /
 Truie 4-5 ans : / _____ / Verrat 4-5 ans : / _____ /
 Truie 5-6ans : / _____ / Verrat 5-6ans : / _____ /

Pouvez-vous estimer le poids moyen de vente des truies et des verrats ?

Truies : / _____ / Verrat : / _____ /

A quel âge vendez-vous les truies ? / _____ /

A quel âge vendez-vous les verrats ? / _____ /

Pouvez-vous estimer le prix d'achat par âge ?

Truie 2 ans : / _____ / Verrat 2 ans : / _____ /
 Truie 2-3 ans : / _____ / Verrat 2-3ans : / _____ /
 Truie 4-5 ans : / _____ / Verrat 4-5 ans : / _____ /
 Truie 5-6ans : / _____ / Verrat 5-6ans : / _____ /

Achetez-vous de la viande de porc ou des animaux vivants pour la consommation familiale ?

1. oui 2.non / ___ /

Si oui, à quel rythme ? / _____ /

1. deux-trois fois par semaine, 2. une fois par semaine, 3. une fois tous les 15 jours.

Quel quantité achetez-vous à chaque fois (kg ou nombre)? / _____ /

Partie 3.2. Autres recettes liées à l'élevage porcin:

Tableau 3.2. Autres recettes

Catégorie d'animaux	Type de produits	Production en 2007/2008 (en kg)	Part vendu	Prix des transformation	Prix de vente (\$/unité)
		H			
		D			

Thème 4 Gestion de l'alimentation

Partie 4.1 : Types d'alimentation

Tableau 5.5 Alimentation des porcs

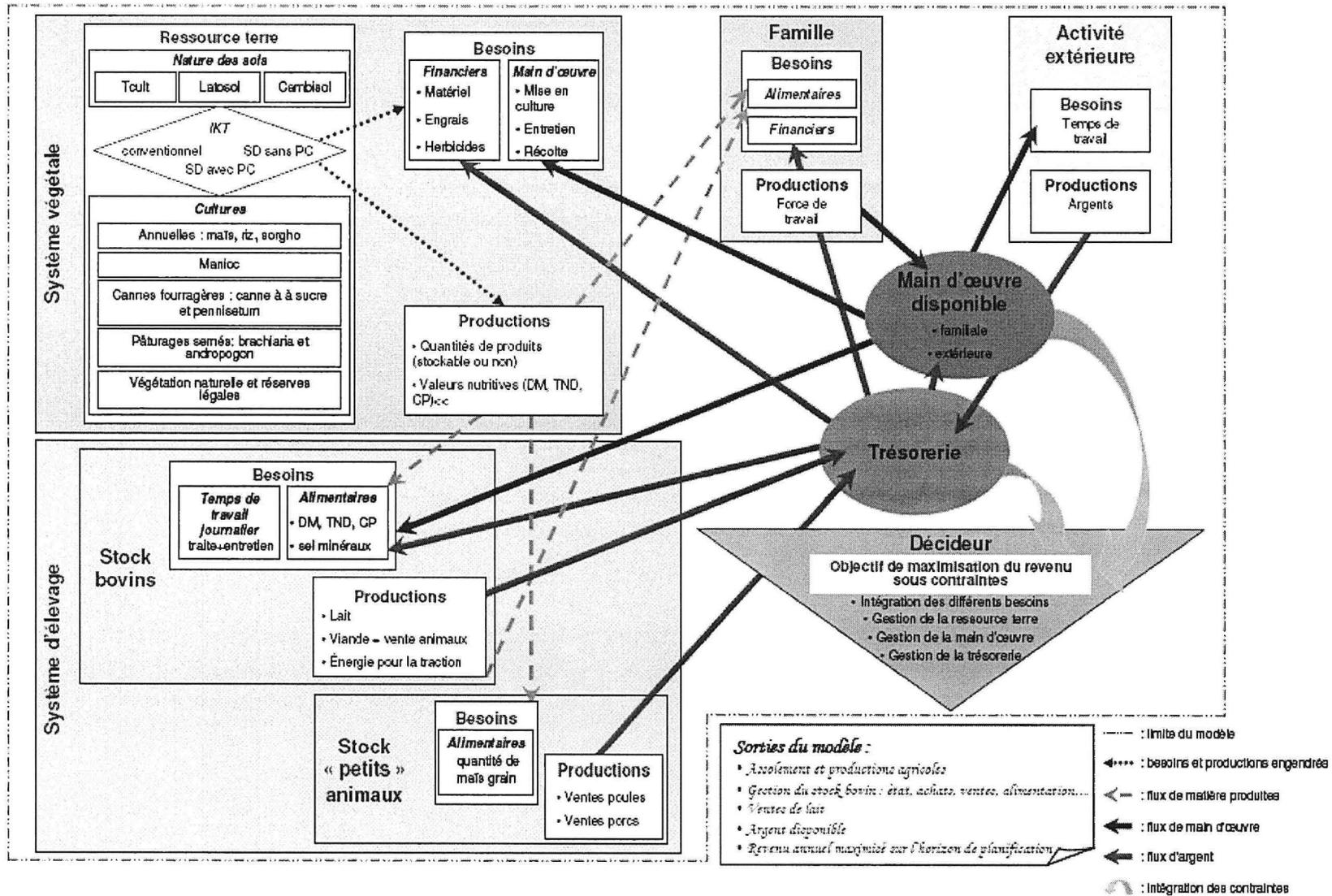
Catégories d'animaux	Stades physiologiques	Types d'aliment	kg/j	Part produite sur l'exploitation pendant l'année
Truie	Lactation			
	Hors lactation			
Verrat				
Porcelets	-sevrage -croissance -engraissement			
Cochette				

Partie 4.2 : Achat des aliments pour les porcs (Avril 2007-Avril 2008)

Tableau 4.2 Achat de fourrages et de concentrés

Fourrages				Concentrés		
Type	Quand achetez-vous?	Quantités (kg/an)	Prix (\$/unités)	Type	Quantités (kg/an)	Prix (\$/unités)

Annexe 4 : Structure générale du modèle (Alvarez, 2007)



Annexe 5 : Biomasse possible à extraire en matière verte en kg/ha

Type de sol	Culture	Type de produit et mode d'utilisation	Itinéraire technique	Rendement par période (kg/ha)	
				H	D
Terre de culture	Maïs	Grain	Conventionnel		3500
Terre de culture	Maïs	Résidu	Conventionnel		2800
Terre de culture	Maïs	Ensilage	Conventionnel	8400	
Terre de culture	Riz	Grain	Conventionnel	2200	
Terre de culture	Riz	Résidu	Conventionnel	1800	
Terre de culture	Manioc	Grain	Conventionnel		4500
Terre de culture	Sorgho	Grain	Conventionnel		4500
Terre de culture	Sorgho	Résidu	Conventionnel		3200
Terre de culture	Sorgho	Ensilage	Conventionnel	9600	
Terre de culture	Canne à sucre	Coupe en vert	Conventionnel		48000
Terre de culture	Pennisetum	Coupe en vert	Conventionnel		27000
Terre de culture	Brachiaria	Pâturage	Conventionnel	37700	9400
Terre de culture	Andropogon	Pâturage	Conventionnel	37700	9400
Latosol	Maïs	Grain	Conventionnel		2000
Latosol	Maïs	Résidu	Conventionnel		1600
Latosol	Maïs	Ensilage	Conventionnel	4800	
Latosol	Riz	Grain	Conventionnel	1600	
Latosol	Riz	Résidu	Conventionnel	1300	
Latosol	Manioc	Grain	Conventionnel		4000
Latosol	Sorgho	Grain	Conventionnel		3500
Latosol	Sorgho	Résidu	Conventionnel		2800
Latosol	Sorgho	Ensilage	Conventionnel	8400	
Latosol	Canne à sucre	Coupe en vert	Conventionnel		42500
Latosol	Pennisetum	Coupe en vert	Conventionnel		24000
Latosol	Brachiaria	Pâturage	Conventionnel	27800	6900
Latosol	Andropogon	Pâturage	Conventionnel	27800	6900
Latosol	Pâturage naturel	Pâturage	Parcours	3465	1142
Latosol	Réserve	Pâturage	Parcours	3465	1142
Cambisol	Brachiaria	Pâturage	Conventionnel	13900	2700
Cambisol	Andropogon	Pâturage	Conventionnel	13900	2700
Cambisol	Pâturage naturel	Pâturage	Parcours	3457	1107
Cambisol	Réserve	Pâturage	Parcours	3457	1107
Terre de culture	Maïs	Grain	Semis direct		5000
Terre de culture	Maïs	Résidu	Semis direct		4000
Latosol	Maïs	Grain	Semis direct		4000
Latosol	Maïs	Résidu	Semis direct		3200
Terre de culture	Maïs	Grain	PC_Cajanus		5000
Terre de culture	Maïs	Résidu	PC_Cajanus		4000
Terre de culture	Maïs	PC_Cajanus	PC_Cajanus		4900
Latosol	Maïs	Grain	PC_Cajanus		4000
Latosol	Maïs	Résidu	PC_Cajanus		3200
Latosol	Maïs	PC_Cajanus	PC_Cajanus		3900
Terre de culture	Maïs	Grain	PC_Brachiaria		5000
Terre de culture	Maïs	Résidu	PC_Brachiaria		4000
Terre de culture	Maïs	PC_Brachiaria	PC_Brachiaria		5600
Latosol	Maïs	Grain	PC_Brachiaria		4000
Latosol	Maïs	Résidu	PC_Brachiaria		3200
Latosol	Maïs	PC_Brachiaria	PC_Brachiaria		4200

Annexe 6 : Détail des bilans fourragers des six exploitations

Farm1

Offre fourragère :

Espèce	hectares	Production de matière verte (kg)		Production en matière sèche (kg)	
		Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
Brachiaria ruziziensis	7	194600	48300	54488	13524
Pâturages naturels	9,4	32571	10735	8120	3006

Total	62608	13524
Total en UF	25043,2	5409,6

Besoins des animaux :

Animaux sur l'exploitation	UBT	Besoins/UBT (kg de MS/j/animal)	Besoins totaux (kg de MS/j)	Besoins totaux (en UF/j)
3 vaches	3	8,12	24,36	9,74
2 vêles	0,8	0,54	1,08	0,43
1 veaux	0,4	0,54	0,54	0,22

Total	25,98	10,39
--------------	-------	-------

Bilan fourrager :

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	25043,2	2223,46	8,90%
Saison sèche	152	5409,6	1579,28	29,19%

Farm2

Offre fourragère :

Espèce	hectares	Production de matière verte (kg)		Production en matière sèche (kg)	
		Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
Brachiaria ruziziensis	4	111200	27600	31136	7728
Pâturages naturels	11	38115	12562	10672,2	3517,36

Total	41808,2	11245,36
Total en UF	16723,28	4498,14

Besoins des animaux

Animaux sur l'exploitation	UBT	Besoins/UBT (kg de MS/j/animal)	Besoins totaux (kg de MS/j)	Besoins totaux (en UF/j)
1 vache	1	12,4	12,4	4,96
1 vèle	0,4	0,66	0,66	0,26
1 veau	0,4	0,66	0,66	0,26

Total	13,72	5,49
--------------	-------	------

Bilan fourrager :

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	11245,36	1169,37	10,40%
Saison sèche	152	4498,14	829,92	18,45%

Farm3

Offre fourragère :

Espèce	hectares	Production de matière verte (kg)		Production en matière sèche (kg)	
		Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
Brachiaria ruziziensis	24	667200	165600	186816	46368

Total	186816	46368
Total en UF	74726,4	18547,2

Besoins des animaux :

Animaux sur l'exploitation	UBT	Besoins/ UBT (kg de MS/j/animal)	Besoins totaux (kg de MS/j)	Besoins totaux (en UF/j)
28 vaches	28	12,4	347,2	138,88
5 génisses	4	5,1	25,5	10,2
6 vêles	2,4	0,66	3,96	1,58
1 veau	0,4	0,66	0,66	0,26

Total	377,32	150,92
--------------	--------	--------

Bilan fourrager :

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	74726,4	32145,96	43,02%
Saison sèche	152	18547,2	22939,84	123,68%

Farm4

Offre fourragère :

Espèce	hectares	Production de matière verte (kg)		Production en matière sèche (kg)	
		Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
Brachiaria ruziziensis	8,3	216840	53070	60715,2	14859,6
Andropogon	3	41700	8100	11676	2268
Pennisetum	1,3	0	35100	0	9477

Total	72391,2	26604,6
Total en UF	28956,48	10641,84

Besoins des animaux :

Animaux sur l'exploitation	UBT	Besoins/UBT (kg de MS/j/animal)	Besoins totaux (kg de MS/j)	Besoins totaux (en UF/j)
9 vaches	9	12,4	111,6	44,64
6 génisses	4,8	5,1	30,6	12,24
8 veaux	3,2	0,66	5,28	2,11

Total	147,48	58,99
--------------	--------	-------

Bilan fourrager :

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	28956,48	12564,87	43,39%
Saison sèche	152	10641,84	8966,48	84,26%

Farm5

Offre fourragère :

Espèce	hectares	Production de matière verte (kg)		Production en matière sèche (kg)	
		Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
Brachiaria ruziziensis	12,5	352450	87500	98686	24500
Pâturages naturels	8,7	30145,5	9935,4	8440,74	2781,91
Andropogon	4,5	130050	32300	36414	9044

Total	143540,74	36325,91
Total en UF	57416,3	14530,36

Besoins des animaux :

Animaux sur l'exploitation	UBT	Besoins/UBT (kg de MS/j/animal)	Besoins totaux (kg de MS/j)	Besoins totaux (en UF/j)
2 vaches	2	8,12	16,24	6,5
18 génisses	14,4	5,1	91,8	36,72
3 vèles	1,2	0,54	1,62	0,65

Total	109,66	43,87
--------------	--------	-------

Bilan fourrager :

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeaux (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	57416,3	9344,31	16,27%
Saison sèche	152	14530,36	6668,24	45,89%

Farm6

Offre fourragère :

Espèce	hectares	Production de matière verte (kg)		Production en matière sèche (kg)	
		Saison humide	Saison sèche	Saison humide	Saison sèche
Brachiaria ruziziensis	10	278000	69000	77840	27600
Pâturages naturels	16,5	57172,5	18843	16008,3	5276,04
Andropogon	20	472600	112800	132328	31584

Total	226176,3	64460,04
Total en UF	90470,52	25784,02

Besoins des animaux :

Animaux sur l'exploitation	UBT	Besoins/UBT (kg de MS/j/animal)	Besoins totaux (kg de MS/j)	Besoins totaux (en UF/j)
8 vaches	8	8,12	64,96	25,98
4 génisses	3,2	5,1	20,4	8,16
4 vèles	1,6	0,54	2,16	0,86
1 taureau	1,1	8,12	8,12	3,25
9 taurillon	7,2	5,1	45,9	18,36
10 veaux	4	0,54	5,4	2,16

Total	146,94	58,77
--------------	--------	-------

Bilan fourrager :

Saisons	Durée de la saison (jours)	Offre fourragère (en UF)	Besoins du troupeau (en UF)	% de l'utilisation de l'offre fourragère
Saison humide	213	90470,52	12518,01	13,84%
Saison sèche	152	25784,02	8933,04	34,65%

Annexe 7 : Calcul des rations alimentaires des bovins

Besoins des animaux

Type	Animaux	Besoins des animaux (en kg/jour)		
		TDN	CP	DM
Zébus	Vache	6,44	1,16	8,12
	Génisse	3,19	0,6	5,1
	Vêles	0,7	0,12	0,54
	Bœuf	4,38	1,01	8,12
	Taurillon	2,78	0,64	5,1
	Veaux	0,7	0,12	0,54
Croisé	Vache	8,43	1,19	12,4
	Génisse	2,99	0,57	5,1
	Vêles	0,67	0,15	0,66
	Bœuf	4,66	0,85	8,46
	Taurillon	1,55	0,32	2,22
	Veaux	0,67	0,15	0,66

Rations Farm1

Période	Animaux	Quantité d'aliments	Teneur des aliments (kg de nutriments pour 100kg de matière brute)		
			TDN	CP	DM
Saison sèche	Vaches (de 4 à 10 ans)	10 kg de Pennisetum	1,25	0,18	2,70
		10 kg de canne à sucre	1,50	0,12	2,80
		Total	2,75	0,30	5,50
	Vêles et veaux (de 1 à 4 ans)	3 kg de Pennisetum	0,38	0,05	0,81
		3 kg de canne à sucre	0,45	0,04	0,84
		Total	0,83	0,09	1,65

Rations Farm3

Période	Animaux	Quantité d'aliments	Teneur des aliments (kg de nutriments pour 100kg de matière brute)		
			TDN	CP	DM
Saison sèche	Vaches et génisses (de 4 à 10 ans)	15 kg d'ensilage de maïs	2,79	0,32	4,65
		30 kg de canne à sucre	4,50	0,36	8,40
		1 kg de concentré 22%	0,71	0,22	0,89
		Total	8,00	0,90	13,94
	Vêles et veaux (de 1 à 4 ans)	5 kg d'ensilage de maïs	0,93	0,11	1,55
		10 kg de canne à sucre	1,50	0,12	2,80
		1 kg de concentré 22%	0,71	0,22	0,89
		Total	3,14	0,45	5,24

Rations Farm4

Période	Animaux	Quantité d'aliments	Teneur des aliments (kg de nutriments pour 100kg de matière brute)		
			TDN	CP	DM
Saison sèche	Vaches et génisses (de 4 à 10 ans)	15 kg d'ensilage de maïs	2,79	0,32	4,65
		15 kg de canne à sucre	2,25	0,18	4,20
		2 kg de concentré 22%	1,42	0,44	1,78
		Total	6,46	0,94	10,63
	Veaux (de 1 à 4 ans)	5 kg d'ensilage de maïs	0,93	0,11	1,55
		5 kg de canne à sucre	0,75	0,06	1,40
		1 kg de concentré 22%	0,71	0,22	0,89
		Total	2,39	0,39	3,84

Rations Farm5

Période	Animaux	Quantité d'aliments	Teneur des aliments (kg de nutriments pour 100kg de matière brute)		
			TDN	CP	DM
Saison sèche	Tout le troupeau	55 g de concentré 22%	0,04	0,01	0,05

Rations Farm6

Période	Animaux	Quantité d'aliments	Teneur des aliments (kg de nutriments pour 100kg de matière brute)		
			TDN	CP	DM
Saison sèche	Tout le troupeau	135 g de concentré 22%	0,10	0,03	0,12

Annexe 8: Comparaison de l'assolement réel et de celui obtenu à la première année de simulation {an1} pour le scénario A0

	Cultures	ITK	Réel	Cultures simulées	ITK	An1
Farm 1	Maïs	SD	0,8	Maïs	SD	1,129
	Riz	Conventionnel	0,2	Riz	Conventionnel	0,225
	Manioc	Conventionnel	0,4	Manioc	Conventionnel	0,046
	Canne à sucre	Conventionnel	0,1	Canne à sucre	Conventionnel	0,1
	Pennissetum	Conventionnel	0,1	Pennissetum	Conventionnel	0,1
	Brachiaria	Conventionnel	7	Brachiaria	Conventionnel	7
	Paturage naturel	Parcours	9,4	Paturage naturel	Parcours	9,4
	Réserve	Parcours	3	Réserve	Parcours	3
Farm 2	Maïs	SD	0,5	Maïs	SD	1,258
	Riz	Conventionnel	1,5	Riz	Conventionnel	0,766
	Manioc	Conventionnel	0,5	Manioc	Conventionnel	0,476
	Canne à sucre	Conventionnel	1	Canne à sucre	Conventionnel	1
	Brachiaria	Conventionnel	4	Brachiaria	Conventionnel	4
	Paturage naturel	Parcours	11	Paturage naturel	Parcours	11
Farm 3	Maïs	SD	1	Maïs	SD	1,607
	Riz	Conventionnel	1,5	Riz	Conventionnel	0,225
	Manioc	Conventionnel		Manioc	Conventionnel	0,046
	Canne à sucre	Conventionnel	0,5	Canne à sucre	Conventionnel	0,5
	Pennissetum	Conventionnel		Pennissetum	Conventionnel	0,622
	Brachiaria	Conventionnel	24	Brachiaria	Conventionnel	24
Farm 4	Maïs	SD	1,7	Maïs	SD	1,761
	Manioc	Conventionnel	0,4	Manioc	Conventionnel	0,058
	Riz	Conventionnel		Riz	Conventionnel	0,281
	Canne à sucre	Conventionnel	1	Canne à sucre	Conventionnel	1
	Pennissetum	Conventionnel	1,3	Pennissetum	Conventionnel	1,3
	Brachiaria	Conventionnel	8,3	Brachiaria	Conventionnel	8,3
	Andropogon	Conventionnel	3	Andropogon	Conventionnel	3
	Réserve	Parcours	0,5	Réserve	Parcours	0,5
Farm 5	Maïs	Conventionnel	1	Maïs	SD	1,398
	Riz	Conventionnel	0,5	Riz	Conventionnel	0,082
	Manioc	Conventionnel		Manioc	Conventionnel	0,02
	Canne à sucre	Conventionnel	0,8	Canne à sucre	Conventionnel	0,8
	Brachiaria	Conventionnel	12,5	Brachiaria	Conventionnel	12,5
	Andropogon	Conventionnel	4,5	Andropogon	Conventionnel	4,5
	Paturage naturel	Parcours	8,7	Paturage naturel	Parcours	8,7
	Réserve	Parcours	2,2	Réserve	Parcours	2,2
Farm 6	Maïs	SD	1	Maïs	SD	1,497
	Riz	Conventionnel	0,5	Riz	Conventionnel	0,169
	Manioc	Conventionnel	0,2	Manioc	Conventionnel	0,035
	Canne à sucre	Conventionnel	1,5	Canne à sucre	Conventionnel	1,5
	Brachiaria	Conventionnel	10	Brachiaria	Conventionnel	10
	Andropogon	Conventionnel	20	Andropogon	Conventionnel	20
	Paturage naturel	Parcours	16,5	Paturage naturel	Parcours	16,5
	Réserve	Parcours	1	Réserve	Parcours	1

Annexe 9: Comparaison de la taille des troupeaux enquêtée avec la taille des troupeaux simulée en {an1} pour le scénario A0

			Réel	An1
Farm1	Bovins	Zébus (TLU)	4	2
		Vache croisée (Plus de 4 ans)		0
		Bœuf croisé (Plus de 4 ans)		
		Génisse croisée (De 1 à 4 ans)		
		Taurillon croisé (De 1 à 4 ans)		
		Vêles croisées (0 à 1 ans)		2
		Veau croisé (0 à 1 ans)		1
		Total croisés (TLU)	0	1
	Equins	Cheval (0 à 10 ans)	1	1
	Porcins		2	4
Volailles		51	61	
Farm2	Bovins	Zébus (TLU)		
		Vache croisée (Plus de 4 ans)	1	0
		Bœuf croisé (Plus de 4 ans)		
		Génisse croisée (De 1 à 4 ans)		
		Taurillon croisé (De 1 à 4 ans)		
		Vêles croisées (0 à 1 ans)	1	1
		Veau croisé (0 à 1 ans)	1	1
		Total croisés (TLU)	2	1
	Equins	Cheval (0 à 10 ans)	2	2
	Porcins		1	3
Volailles		51	60	
Farm3	Bovins	Zébus (TLU)		
		Vache croisée (Plus de 4 ans)	28	22
		Bœuf croisé (Plus de 4 ans)		
		Génisse croisée (De 1 à 4 ans)	4	5
		Taurillon croisé (De 1 à 4 ans)		
		Vêles croisées (0 à 1 ans)	8	9
		Veau croisé (0 à 1 ans)	3	10
		Total croisés (TLU)	36	33
	Equins	Cheval (0 à 10 ans)	2	0
	Porcins		2	4
Volailles		29	34	

			Réel	An1
Farm4	Bovins	Zébus (TLU)		
		Vache croisée (Plus de 4 ans)	9	11
		Bœuf croisé (Plus de 4 ans)		
		Génisse croisée (De 1 à 4 ans)	5	4
		Taurillon croisé (De 1 à 4 ans)		
		Vêles croisées (0 à 1 ans)	6	3
		Veau croisé (0 à 1 ans)	1	11
	Total croisés (TLU)	16	20	
	Equins	Cheval (0 à 10 ans)	2	0
	Porcins		9	16
Volailles		103	94	
Farm5	Bovins	Zébus (TLU)	18	11
		Vache croisée (Plus de 4 ans)		2
		Bœuf croisé (Plus de 4 ans)		
		Génisse croisée (De 1 à 4 ans)		0
		Taurillon croisé (De 1 à 4 ans)		
		Vêles croisées (0 à 1 ans)		
		Veau croisé (0 à 1 ans)		
	Total croisés (TLU)	0	2	
	Equins	Cheval (0 à 10 ans)	2	2
	Porcins		2	3
Volailles		102	106	
Farm6	Bovins	Zébus (TLU)	25	18
		Vache croisée (Plus de 4 ans)		1
		Bœuf croisé (Plus de 4 ans)		
		Génisse croisée (De 1 à 4 ans)		1
		Taurillon croisé (De 1 à 4 ans)		
		Vêles croisées (0 à 1 ans)		
		Veau croisé (0 à 1 ans)		
	Total croisés (TLU)		2	
	Equins	Cheval (0 à 10 ans)	1	1
	Porcins		9	6
Volailles		50	61	

Annexe 10 : Exemple d'une fiche de résultats : Simulation du scénario A0 pour l'exploitation d'Antonio {farm1}

Utilisation de la terre (en ha)

	Cultures	ITK	Réel	An1	An2	An3	An4	An5
Farm 1	Maïs	SD	0,80	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
	Riz	Conventionnel	0,20	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
	Manioc	Conventionnel	0,40	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
	Canne à sucre	Conventionnel	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Pennissetum	Conventionnel	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Brachiaria	Conventionnel	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
	Paturage naturel	Parcours	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
	Réserve	Parcours	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Evolution du troupeau au cours des 5 années de simulation

			Réel	An1	An2	An3	An4	An5
Farm 1	Bovins	Zébus (UBT)	4	2	2	2	2	2
		Vache croisée (Plus de 4 ans)		0	0	0	0	0
		Bœuf croisé (Plus de 4 ans)					0	
		Génisse croisée (De 1 à 4 ans)			0	0	0	0
		Taurillon croisé (De 1 à 4 ans)			1	1	0	0
		Vêlre croisée (0 à 1 ans)		2	0	0	0	0
		Veau croisé (0 à 1 ans)		1	0	0	0	0
		Total croisés (UBT)	0	1	2	2	2	2
	Equins	Cheval (0 à 10 ans)	1	1	1	1	1	1
	Porcs		2	4	4	4	4	4
Volailles		51	61	64	64	64	64	

Bilan des achats d'animaux sur les cinq ans de planification

Exploitation	Type de bovins	Age	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	Zébus	Génisse	1	0	0	0	0
		Taurillon	1	0	0	0	0
		Veau	0	1	2	3	0

Exploitation	Type de Volailles	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	Pondeuse	53	69	69	69	69
	Coq	4	6	4	3	6

Exploitation	Type de porcins	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	Porcelet	1	1	3	1	3
	Cochtte	3	2	1	3	1

Bilan des ventes d'animaux sur les cinq ans de planification

Exploitation	Type de bovins	Age	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	Zébus	Vache	3	1	0	0	0
		Génisse	1	0	0	0	0
		taurillon	0	1	1	2	2
		Génisse	0	2	0	0	0
		Bœuf	0	0	0	1	0

Exploitation	Type de Volailles	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	Pondeuse	25	61	61	61	61
	Coq	31	5	5	1	5

Exploitation	Type de porcins	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	Truie	1	0	0	0	0
	Verrat	1	0	0	0	0

Alimentation des animaux sur les 5 ans de planification (en kg/période/UBT)

Exploitation	Culture	Produit	Période	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	Maïs	Résidu	D	1204,27	903,20	903,20	903,20	903,20
	Riz	Résidu	H	97,50	73,13	73,13	73,13	73,13
	Brachiaria	Grazing	H	7327,88	5592,42	4584,00	4603,42	4524,97
	Brachiaria	Grazing	D	1982,85	1219,40	1481,09	985,89	1254,31
	Pâturage naturel	Grazing	H	768,27	2003,94	2131,14	2352,62	2746,49
	Pâturage naturel	Grazing	D			208,04	1,88	637,33
	Concentré	Fsoja	H	286,86	238,24	124,64	104,92	114,29
	Concentré	Fsoja	D	126,60	72,95	86,13	67,05	66,89

Alimentation des animaux moyenne des 5 ans de planification

Exploitation	Culture	Produit	Période	Matière brute (en kg)	Matière sèche (en kg de MS)
Farm1	Maïs	Résidu	D	963,41	828,53
	Riz	Résidu	H	78,00	145,86
	Brachiaria	Grazing	H	5326,54	1491,43
	Brachiaria	Grazing	D	1384,71	387,72
	Pâturage naturel	Grazing	H	2000,49	560,14
	Pâturage naturel	Grazing	D	282,42	79,08
	Concentré	Fsoja	H	173,79	152,94
	Concentré	Fsoja	D	83,92	73,85

Paramètres de main d'œuvre

Main d'œuvre familiale utilisée sur l'exploitation (en jour/période)

Exploitation	Période	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	H	39	41	38	44	41
	D	40	36	38	38	35

Main d'œuvre employée sur l'exploitation

Aucune main d'œuvre n'est employée tout au long des cinq ans de planification.

Travail extérieur d'un membre de la famille (jour/période)

Exploitation	Période	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	H	189	189	191	187	188
	D	130	132	131	131	132
Cumul		319	321	322	318	320

Trésorerie périodique en fin de saison (en R\$/période)

Exploitation	Période	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	H1	1913,88	1250,09		732,17	
	H2	1145,42	563,02		108,34	
	D					
	Cumul	3059,30	1813,10	0,00	840,52	0,00

Cash disponible en fin de période (en R\$/période)

Exploitation	Période	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	H1	1513,00				
	H2	1913,88	1250,09	732,17	416,86	4885,82
	D	1145,42	563,02		108,34	
	Cumul	4572,30	1813,10	732,17	525,21	4885,82

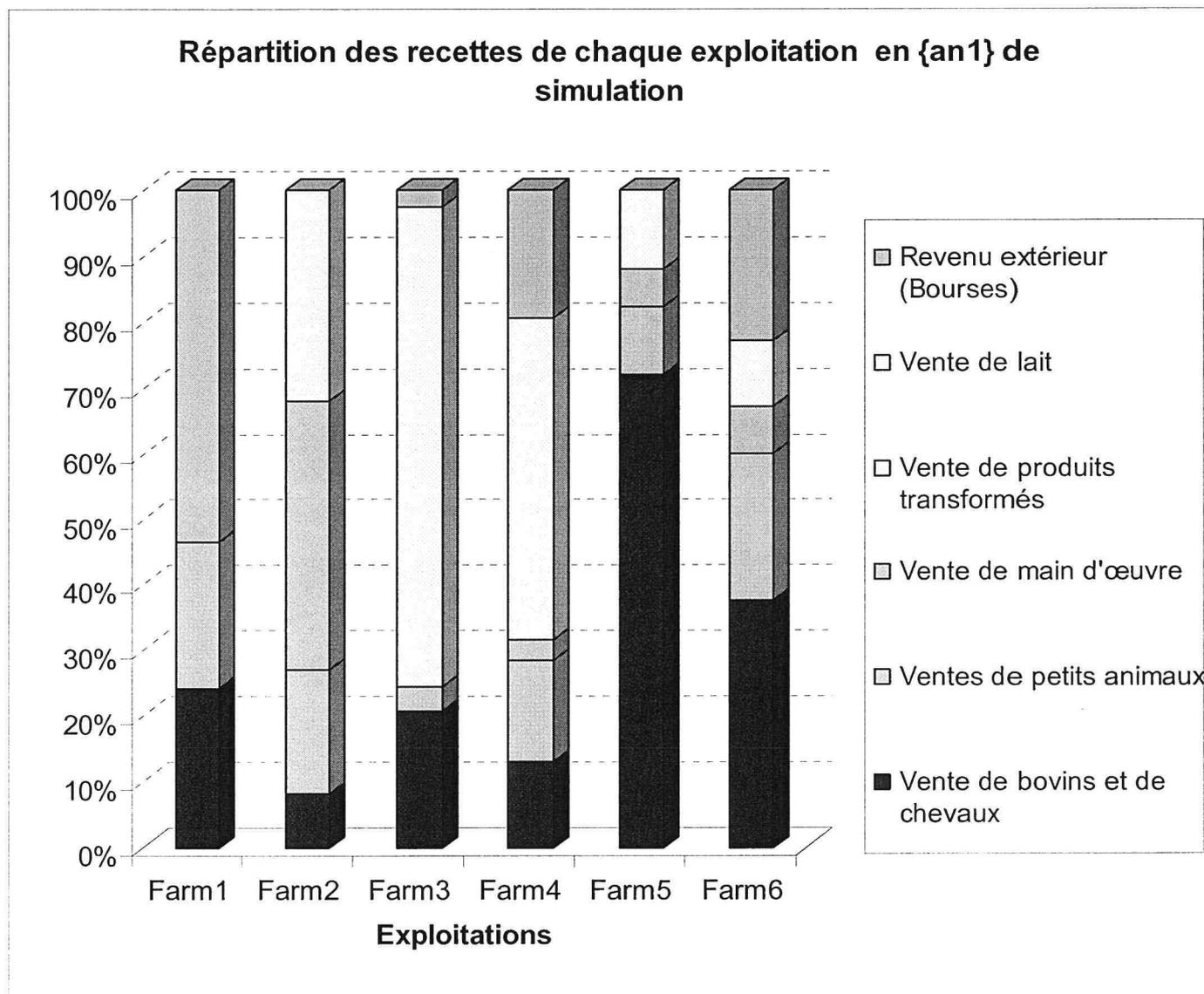
Epargne : Argent épargné à partir de la trésorerie

Pas d'argent épargné sur les 5 ans de planification.

Revenu annuel de l'exploitation (en R\$/an)

Exploitation	An1	An2	An3	An4	An5
Farm1	14221,37	18488,25	17400,23	17736,12	17651,63

Annexe 11 : Sources des recettes de chaque exploitation durant la première année de simulation pour le scénario A0



RESUME ET MOTS CLES

L'amélioration et la stabilisation de la production des petits producteurs du sud font partie des principaux enjeux de la recherche agronomique. Dans ce contexte, les systèmes de culture sous couverture végétale (SCV) sont perçus comme une solution de production durable.

Cette innovation technique protège efficacement le sol contre l'érosion et permet la suppression du travail du sol. Cependant il semble que l'adoption de cette option technique dans le cas des exploitations familiales soit limitée par l'investissement nécessaire et le changement de pratique lors de la mise en œuvre. L'objectif de cette étude est donc de connaître les intérêts de cette innovation chez les petits producteurs de la région des Cerrados au Brésil. Pour cela, nous utilisons un modèle en programmation linéaire à l'échelle de l'exploitation dont les coefficients techniques ont été recueillis lors d'enquêtes auprès de six producteurs du municípe d'Unai. Dans le modèle, un agent supposé rationnel doit maximiser le revenu des exploitations tout en satisfaisant les besoins alimentaires de la famille. Les résultats des simulations nous ont permis de mettre en évidence que les SCV présentent un avantage économique pour les petits producteurs. D'après le modèle, l'adoption des SCV est stimulée par la réduction du temps de travail. Cette innovation facilite également les changements de système d'élevage vers une activité laitière : la valorisation des plantes de couverture dans la ration permet de limiter l'achat de concentré pendant la saison sèche tout en maintenant la production laitière.

Toutefois, le rôle des institutions reste difficile à représenter dans le modèle. De même il serait intéressant de réaliser une étude de marché du négoce des bovins pour mieux cerner les orientations des systèmes d'élevage et donc l'évolution des systèmes de cultures.

Mots clés : Système de culture sous couverture végétale, agriculture familiale, plante de couverture, modélisation.

Abstract and Key Words

The improvement and stabilization of resource poor farmers of the developing world are part of the principal stakes of the agronomic research. In this context, the cropping systems based on direct seeding with mulch or cover crops (DMC) are perceived like a solution of long-lasting production. This technical innovation protects efficiently the soil against the erosion and allows the elimination of plowing. However it seems the adoption of this technical option in the case of family farms is limited by the necessary investment and the change of practices when it is starting. The objective of the study is to know the interests of this innovation for resource poor farmers in the Cerrado region in Brazil. So, we use a model in linear programming on the scale of farm which technical coefficients have been collected during surveys from six producers of Unai *município* (small administrative division in Brazil). In the model, the rational agent has to maximize the farm income securing the alimentary needs of the family. The simulation results allowed us to highlight that DMC systems offer an economic advantage for the little producers. According to the model, the adoption of DMC systems is stimulated by the reduction of labour time. This innovation also makes easier the shift of farming systems towards a dairy production: the use of cover plants in the feed allows to limit the purchasing of concentrates during the dry season maintaining the dairy production.

Nevertheless, the role of the institutions stays difficult to represent in the model. Just as it would be interesting to realize a market study on bovine trade in view to define better the breeding systems orientations and so the cropping systems evolution.

Keys words: Direct seeding mulch-based cropping systems, domestic agriculture, cover plants, modelling.