



Centre  
de coopération  
internationale  
en recherche  
agronomique  
pour le  
développement



INSTITUT D'ÉCONOMIE RURALE



DESS  
Economie Agricole  
Internationale

Directeurs :  
Mr Azoulav et Mr Dron

**LA PENETRATION DU MAIS DANS LES SYSTEMES  
DE CULTURES CEREALIERS MIL-SORGHO  
DE LA ZONE MALI-SUD :  
ANALYSE EN TERME DE COUT D'OPPORTUNITE  
ET IMPACT SUR LA SECURITE ALIMENTAIRE**



Etude réalisée dans le cadre d'un stage de DESS de cinq mois  
encadré par Didier BAZILE, Cirad-tera, au Mali.

**Aurélie CRIADO**  
Promotion 2001/2002

**Septembre 2002**

## SOMMAIRE

Liste des abréviations.....	5
Liste des tableaux et figures.....	6
Résumé.....	8
Introduction.....	10
<b>PARTIE I : LA SECURITE ALIMENTAIRE ET LA PLACE DU MAÏS ET DU SORGHO DANS L'ALIMENTATION ET L'AGRICULTURE AU MALI.....</b>	<b>16</b>
<b>I-1) Etat général de la sécurité alimentaire.....</b>	<b>17</b>
1-1) Disponibilité.....	17
1-1-A) La production.....	17
1-1-B) Les importations commerciales.....	20
1-1-C) Les aides alimentaires.....	21
1-1-D) Les exportations.....	22
1-2) Accessibilité.....	22
1-3) Stabilité.....	25
1-4) Situation nutritionnelle.....	26
1-4-A) La consommation alimentaire.....	26
1-4-B) La situation « santé et nutrition ».....	27
<b>I-2) La place du maïs et du sorgho dans l'agriculture et l'alimentation au Mali.....</b>	<b>28</b>
2-1) Le sorgho et le maïs dans l'alimentation.....	28
2-2) La pénétration du maïs dans la zone Mali-sud.....	28
<b>PARTIE II : LE CADRE DU STAGE, LE MATERIEL ET LES METHODES UTILISES LORS DU STAGE.....</b>	<b>31</b>
<b>II-1) Projet « Agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso » et description du stage.....</b>	<b>32</b>
1-1) Présentation du projet agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso.....	32
1-2) Le stage.....	33
<b>II-2) Matériel et méthodes de l'étude.....</b>	<b>37</b>
2-1) Première phase : enquête structurelle des exploitations.....	37
2-1-A) Méthodologie de l'enquête structurelle.....	37
2-1-B) Analyse de variance des variables de l'enquête.....	37
2-2) Deuxième phase : Typologie des exploitations et échantillonnage.....	38
2-2-A) Typologie des exploitations.....	38
2-2-B) Echantillonnage.....	41
2-3) Troisième phase : Enquête fonctionnelle.....	41
2-3-A) Les deux niveaux de l'enquête : l'exploitation et la parcelle.....	41
2-3-B) Les raisons de l'évolution de la culture du maïs et du sorgho.....	42
2-3-C) Les informations utiles pour le calcul du coût de production.....	42

<b>PARTIE III : RESULTATS.....</b>	<b>43</b>
<b>III-1) Premier résultat : Validation du choix des villages par les OP.....</b>	<b>44</b>
1-1) Diversité des surfaces cultivées totale mais pas des superficies par actif.....	44
1-2) Diversité des superficies cultivées en maïs mais pas en sorgho.....	45
1-3) Dominance du maïs dans l'assolement.....	46
<b>III-2) Deuxième résultat : Typologie des exploitations et échantillonnage.....</b>	<b>47</b>
2-1) Village de Kanian (nord ; 600 à 800 mm).....	47
2-1-A) Analyse des variables.....	47
2-1-B) Typologie et échantillon retenu.....	50
2-2) Village de Kaniko (centre ; 700 à 900 mm).....	52
2-2-A) Analyse des variables.....	52
2-2-B) Typologie et échantillon retenu.....	55
2-3) Village de Siramana (sud ; + 1 000 mm).....	56
2-3-A) Analyse des variables.....	56
2-3-B) Typologie et échantillon retenu.....	59
<b>III-3) Troisième résultat : l'enquête fonctionnelle.....</b>	<b>62</b>
3-1) Les raisons de l'adoption du maïs : la présence du coton et l'accès aux intrants.....	62
3-1-A) Premiers résultats comprenant toutes les raisons d'adoption du maïs.....	62
3-1-B) Deuxièmes résultats avec un regroupement de certaines raisons.....	62
3-1-C) Troisièmes résultats sans les raisons autres, coton et accès aux intrants.....	65
3-2) L'analyse des marges brutes et des coûts d'opportunités en fonction de la culture, du type de sol et du village.....	67
<b>PARTIE IV : DISCUSSION.....</b>	<b>72</b>
<b>IV-1 : Les résultats.....</b>	<b>73</b>
1-1) Le choix des villages par les organisations paysannes.....	73
1-2) Les données de l'enquête n'ayant pas servies dans l'analyse des résultats.....	74
1-2-A) Le précédent cultural.....	74
1-2-B) L'évolution de l'assolement.....	74
1-2-C) Les raisons de l'évolution de la culture de sorgho.....	74
1-3) Marges brutes et coûts d'opportunité.....	75
1-3-A) Calcul de la marge brute.....	75
1-3-B) L'analyse de la marge brute et du coût d'opportunité du maïs.....	76
<b>IV-2) : La méthodologie.....</b>	<b>78</b>
2-1) Le découpage en classes.....	78
2-2) Les groupes d'exploitations.....	78
<b>IV-3) Le questionnaire.....</b>	<b>79</b>
3-1) Le choix des questions ouvertes et/ou fermées.....	79
3-2) La partie sur la sécurité alimentaire.....	79
3-2-A) L'autoconsommation et l'approvisionnement à l'extérieur.....	79
3-2-B) L'accès aux marchés.....	80

<b>IV-4) : L'enquête de terrain.....</b>	<b>81</b>
4-1) Les biais liés aux réponses des paysans .....	81
4-2) Des données difficiles à obtenir.....	81
4-2-A) <i>L'assolement</i> .....	81
4-2-B) <i>Les ventes</i> .....	81
4-2-C) <i>Remarques</i> .....	82
4-3) Les réponses des femmes.....	83
<b>Conclusion.....</b>	<b>84</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>87</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>89</b>
Annexe 1 Carte des isohyètes.....	90
Annexe 2 Tableaux des facteurs limitants et favorables aux différentes cultures.....	91
Annexe 3 ACP sur les trois villages.....	93
Annexe 4 AFC Kanian.....	95
Annexe 5 AFC Kaniko.....	97
Annexe 6 AFC Siramana.....	101
Annexe 7 Codification des coûts et des quantités.....	103
Annexe 8 Questionnaire.....	103

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

**AOPP** : Association des Organisations Professionnelles Paysannes

**CIRAD** : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

**CMDT** : Compagnie Malienne de Développement du textile

**EDSM** : Enquête Démographique et de Santé du Mali

**ESPGRN** : Equipe Système de Production Gestion des Ressources Naturelles

**FAO** : *Food and Agricultural Organisation*

**FFEM** : Fonds Français pour l'Environnement Mondial

**ICRISAT** : International Crops Research Institute For Semi Arid Tropics

**IER** : Institut d'Economie Rurale

**INSAH** : Institut du Sahel

**IPR** : Institut Polytechnique Rurale

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**OP** : Organisation Paysanne

**PAM** : Programme Alimentaire Mondial

**SAP** : Système d'Alerte Précoce

## LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

### Tableaux :

Tableau 1 : Disponibilité des céréales par kg/habitant/an.....	18
Tableau 2 : Production de racines et tubercules en milliers de tonnes.....	19
Tableau 3 :Evaluation ex-post de la consommation apparente en céréales au Mali de 1994/95 à 1998/99 (en tonnes).....	21
Tableau 4 : Niveau de diversification, de désenclavement et de développement des marchés dans les zones de San, Koutiala et Sikasso.....	25
Tableau 5 : Caractéristiques des zones du projet.....	35
Tableau 6 : Tableaux des facteurs limitants et favorables aux différentes cultures.....	91
Tableau 7 : Liste des variables de l'enquête structurelle.....	40
Tableau 8 : Moyenne des superficie totales, de la population de l'Up et de la superficie totale par actif dans chaque village.....	44
Tableau 9 : Moyenne des superficie en maïs et en sorgho dans chaque village.....	45
Tableau 10 : Moyenne des ratios maïs/superficie totale et sorgho/superficie totale dans chaque village.....	45
Tableau 11 : Moyenne du ratio superficie de maïs sur superficie de sorgho à Kanian.....	46
Tableau 12 : Variable population à Kanian.....	47
Tableau 13 : Caractéristiques des classes des variables retenues pour l'AFC à Kanian.....	50
Tableau 14 : Groupes d'exploitations à Kanian.....	96
Tableau 15 : Variables de population à Kaniko.....	52
Tableau 16 : Caractéristiques des classes des variables retenues pour l'AFC à Kaniko.....	54
Tableau 17 : Groupes d'exploitations à Kaniko.....	98
Tableau 18 : Variables de population à Siramana.....	56
Tableau 19 : Caractéristiques des classes des variables retenues pour l'AFC à Siramana.....	58
Tableau 20 : Corrélations des principales variables aux axes 1 et 2 de l'AFC de Siramana.....	60
Tableau 21 : groupes d'exploitations à Siramana.....	101
Tableau 22 : Marges brutes et coût d'opportunité du maïs en F CFA en fonction du type de sol, de la culture et du village.....	68

## Figures :

Figure 1 et 2 : Relation entre les variables « actifs » et « population totale » et « ménages » et « population totale » à Korian.....	48
Figure 3 : Relation entre les variables « charrue » et « bœufs de labour » à Korian.....	48
Figure 4 : Résultat de l'AFC à Korian.....	95
Figure 5 : Organigramme de l'élaboration de la typologie à Korian (zone de San).....	51
Figure 6 et 7 : Relation entre les variables « ménages » et « population totale » et « actifs » et « population totale » à Kaniko.....	52
Figure 8 : Relation entre les variables « superficie totale » et « surface en coton » à Kaniko.....	54
Figure 9 : Résultat de l'AFC à Kaniko.....	97
Figure 10 : Organigramme de l'élaboration de la typologie à Kaniko (zone de Koutiala).....	56
Figure 11 : Corrélation entre les variables « actifs » et « population totale », « ménages » et « population totale », « alphabétisés » et « population totale ».....	57
Figure 12 : Résultat de l'AFC à Siramana.....	101
Figure 13 : Organigramme de l'élaboration de la typologie à Siramana (zone de Sikasso).....	61
Figure 14 : Graphique des raisons d'adoption du maïs 1.....	63
Figure 15 : Graphique des individus à Kaniko.....	64
Figure 16 : Graphique des individus à Siramana.....	64
Figure 17 : Graphique des raisons d'adoption du maïs 2.....	65
Figure 18 : Graphiques des individus à Kaniko et à Siramana.....	65
Figure 19 : Toposéquence (place des trois types de sol).....	67
Figure 20 : Les différentes marges brutes moyennes.....	69

## Cartes :

Carte 1 : Mali

Carte 2 : Pourcentage des exploitations ayant fait le maïs en zone CMDT (92/93).....29

Carte 3 : Pourcentage des exploitations ayant fait le maïs en zone CMDT (98/99).....29

Carte 4 : Comparaison du maïs et du mil/sorgho dans les exploitations en zone CMDT de 93 à 99.....30

## RESUME

Au Mali, le maïs et le sorgho sont deux céréales occupant une place non négligeable dans l'agriculture et dans l'alimentation des populations. Dans la zone du Mali-sud, les surfaces cultivées en maïs ainsi que le pourcentage d'exploitations cultivant cette céréale augmentent. Cette pénétration du maïs dans l'assolement se fait au détriment de la culture du sorgho qui est soit réduite, soit marginalisée sur les moins bonnes terres. La disparition du sorgho présente un enjeu aussi bien sur le plan écologique (perte de biodiversité) que sur le plan alimentaire (le sorgho est une céréales rustique qui s'adapte mieux aux conditions écologiques difficiles).

Le stage réalisé avait alors pour objectif de fournir au projet agrobiodiversité du sorgho dans lequel il s'intégrait, une méthode d'analyse des déterminants du choix de la culture du maïs et du sorgho et de calcul des coût d'opportunité des ces dernières.

Une étude a été menée dans trois villages appartenant à trois zones du Mali-sud. Une première enquête sur la structure des exploitations a permis d'établir une typologie qui a servi de base à l'échantillonnage des exploitations à enquêter.

Après une première enquête sur la structure des exploitations, grâce à laquelle une typologie et un échantillonnage a pu être établi, une seconde enquête sur le fonctionnement des exploitations a été menée.

De ces enquêtes il ressort que l'adoption du maïs s'explique principalement par la présence du coton dans ces mêmes exploitations. Par ailleurs, l'analyse des coûts d'opportunité montre que la culture du maïs est pratiquement toujours plus rentable que celle du sorgho dans les trois villages étudiés. Pourtant, le maïs ne remplace pas totalement le sorgho qui reste bien présent dans les assolements.



## ABSTRACT

In Mali, the corn and the sorghum are two cereals occupying a not unimportant place in the agriculture and in the food of the populations. In the South Mali zone, surfaces cultivated in corn as well as percentage of exploitations cultivating this cereal increase. This penetration of the corn in the assolement is made to the detriment of the culture of the sorghum which is either reduced, or marginalized on the least good lands. The disappearance of the sorghum presents one stake as well on the ecological plan (loss of biovariety) as on the food (dietary) plan (the sorghum is one cereal rustic which adapts itself better to the difficult ecological conditions).

The realized training had then for objective to supply to the project agrobiovariety of the sorghum into which it became integrated, an analytical method of the determiners of the choice of the culture of the corn and the sorghum and the calculation of the opportunity cost of these last ones.

A study was led in three villages belonging to three zones of South Mali. A first inquiry on the structure of the exploitations allowed to establish a typology which was of use as base to the sampling of the exploitations to be investigated.

After a first inquiry on the exploitations' structure, thanks to which a typology and a sampling was able to be established, a second inquiry on the functioning of the exploitations was led.

Of these inquiries it emerges that the adoption of the corn explains itself mainly by the presence of the cotton in these same exploitations. Besides, the opportunity cost analysis shows that the culture of the corn is more profitable practically always than that some sorghum in three studied villages. Nevertheless, the corn does not replace totally the sorghum which remains very present in assolements.

## INTRODUCTION

Le Mali est un pays largement agricole dans la mesure où 80 % de sa population vit de l'agriculture<sup>1</sup>. Cette agriculture s'exerce dans des conditions climatiques contraignantes avec des risques de sécheresse sérieux et parfois catastrophiques (1972-1973 et 1983-1984). La pluviométrie diminue du sud vers le nord, si bien que l'agriculture pluviale devient de plus en plus risquée au nord. L'agriculture malienne, très dépendante des aléas climatiques, subit des fluctuations importantes de sa production vivrière, qui rendent difficile toute planification et peuvent entraîner, les années les plus sèches, un important déficit alimentaire. En effet, si la saison des pluies arrive trop tardivement, le temps consacré à la préparation du sol, au labour, au semis et au sarclage sera plus court, puisque qu'après 8 mois de saison sèche, le travail de la terre ne peut se faire qu'avec les premières pluies. Les surfaces semées seront alors plus réduites ou moins bien préparées. Ceci entraînera une diminution de la production. Par ailleurs, si la sécheresse intervient au moment de la floraison et du remplissage des grains, les rendements seront également diminués. Enfin, si la fin de la saison des pluies est trop précoce, alors les plantes auront des difficultés à terminer leur croissance. Tout ceci diminue les disponibilités en céréales et a donc un impact sur la sécurité alimentaire.

Dans ce pays de plus d'1 million de km<sup>2</sup>, la production céréalière est principalement le fait de cultures pluviales, réparties dans la zone agricole ayant une pluviométrie annuelle supérieure à 600 mm (au sud du Mali) : le mil et le sorgho sont présents dans toute cette zone ; le maïs est surtout présent dans les régions à plus de 800 mm de pluie par an. Du riz est cultivé, sans aménagements hydrauliques, dans les bas-fonds où il bénéficie des apports d'eau par ruissellement. Dans les grandes plaines, le riz est cultivé sous inondation, naturelle ou contrôlée, dans les zones à eau stagnante, en particulier dans le delta central du Niger. Enfin, des périmètres ont été aménagés pour permettre la riziculture avec une bonne maîtrise de l'eau, en particulier à l'Office de Niger, dans la région de Ségou (barrage de Markala).

Les cultures vivrières occupent la majeure partie des superficies cultivées. Près de 70 % des calories totales de la ration alimentaire des populations maliennes proviennent des céréales<sup>1</sup>. Les populations rurales les produisent d'abord pour la consommation familiale et seulement 15 à 20 % sont vendus sur le marché. Les céréales représentent en 1998 les deux tiers des superficies totales cultivées et de la production agricole dans tout le Mali<sup>1</sup>. Depuis plusieurs décennies, on assiste à un développement très important de la culture du coton sous l'impulsion de la CMDT (Compagnie Malienne pour le Développement du textile) et, du riz irrigué grâce aux aménagements de l'Office du Niger.

Dans la région agricole du Mali-sud, on peut identifier trois zones :

- Dans la zone de Bougouni au sud du pays, la culture du maïs est ancienne et domine celle du sorgho en terme de pourcentage d'exploitations, notamment dans le secteur de Yanfolila. Les précipitations moyennes de cette région sont plus élevées que dans le reste de la zone cotonnière (entre 1100 et 1400 mm).

- A Sikasso où la pluviométrie moyenne est voisine celle de Bougouni, on constate une diversité des systèmes de production. Malgré un milieu favorable à la culture du maïs, on note une forte présence du sorgho dans les exploitations (il y a un certain équilibre entre le maïs, le mil et le sorgho au niveau de la région). Néanmoins, la pénétration de la culture du maïs est très visible dans les assolements depuis 5 ans. Dans certains secteurs CMDT, le maïs est désormais plus cultivé que le sorgho et le mil.

- Dans les zones de Fana et Koutiala, avec une pluviométrie de 800 à 1000 mm par an, la pénétration du maïs dans les exploitations reste modérée. Elle ne semble pas s'être faite au détriment du sorgho qui est toujours présent dans les systèmes de production. Dans ces régions à moins de 1000 mm de pluie par an, la culture intensive de maïs présente un risque hydrique élevé, alors que le sorgho traditionnel est plus rustique, ce qui pourrait expliquer sa présence toujours importante.

- Enfin, dans la région de San, avec une pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm, le maïs occupe peu de place par rapport au sorgho. Il est surtout cultivé en culture de soudure dans les champs de case. La situation pluviométrique ne permet pas d'en faire une grande culture comme dans les autres zones.

---

<sup>1</sup> *Mali*, collection Les Atlas de l'Afrique, édition Jeune Afrique, 2<sup>ème</sup> édition, Paris, 2001

## **PROBLEMATIQUE :**

Au vu de la place qu'occupent le maïs et le sorgho dans ces différentes zones, il apparaît que le choix d'une culture dépend de plusieurs facteurs liés à chacune des cultures. Ces facteurs vont être analysés à l'échelle de la parcelle et de l'exploitation.

### ***Le maïs :***

A l'échelle de la parcelle, le maïs bénéficie des conditions favorables suivantes : pluviométrie supérieure à 800 mm, rendement en grains élevé sous fertilisation. Il semblerait qu'il valorise mieux l'arrière-effet de la fertilisation du coton que le sorgho (ceci reste à vérifier dans la mesure où la culture du maïs nécessite un complément d'engrais mais pas la culture traditionnelle de sorgho). Mais le maïs est très vulnérable au risque hydrique et il n'aime pas les sols pauvres : le manque d'eau et l'acidité des sols peuvent entraîner une baisse importante de la production. De plus, les variétés de maïs non photopériodiques imposent des dates de semis moins flexibles que celles du sorgho.

Au niveau de l'exploitation, le maïs constitue une source de revenu. De plus, il serait plus commercialisé que le sorgho (ceci reste à vérifier dans la mesure où la consommation de sorgho semble être équivalente à celle du maïs en ville). Néanmoins sa culture demande un investissement important (engrais, équipements...), et les grains se conservent mal au-delà de trois ans.

### ***Le sorgho :***

Au Mali, le sorgho représente environ le tiers des céréales produites<sup>2</sup>. Il présente de nombreux avantages tels sa rusticité et ses usages multiples. On entend par rusticité le fait qu'il s'adapte à des conditions écologiques difficiles et qu'il soit photopériodique. Le photopériodisme est la sensibilité de la variété à la durée du jour : le cycle du sorgho comporte trois phases (phase végétative, épiaison et maturation). Alors que les deux dernières ont une durée fixe, la phase végétative peut être réduite ou allongée en fonction de la durée du jour. La phase d'épiaison débute lorsque le sorgho a accumulé assez d'hormones, ce qui nécessite une durée du jour plus courte puisque les hormones sont produites pendant la nuit et détruites le jour. Cette période coïncide avec la fin de la saison des pluies. Son caractère photopériodique rend le calendrier cultural plus flexible pour les exploitants puisqu'il sera récolté toujours à la même période quelque soit sa date de semis. Autrement dit, si la saison des pluies débute tardivement, le sorgho sera semé tardivement, mais il

---

<sup>2</sup> Secrétariat du FFEM, Comité de pilotage, Rapport de présentation, Agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso, 6 juillet 2001.

sera toujours récolté au même moment car sa maturité est directement calée sur la durée du jour. De plus, le sorgho résiste plus au stress hydrique et certaines variétés sont plus tolérantes à l'acidité des sols que le maïs. Sa culture traditionnelle demande peu d'investissement et les grains se conservent mieux (6 ans).

La principale contrainte de sa culture, serait son faible rendement relatif et sa mauvaise réponse à l'intensification.

### ***La question :***

Face à ces différentes caractéristiques du maïs et du sorgho, le paysan se trouve confronté à un choix entre plusieurs cultures.

Comment fera-t-il ce choix d'abandonner ou non le sorgho en faveur du maïs? Quelles sont les raisons du choix d'une culture ? La rentabilité entre-t-elle dans ces critères, et si oui, quelles sont les conditions qui assurent une meilleure rentabilité de la culture du maïs ou celle du sorgho ? Quels sur la sécurité alimentaire dans la zone étudiée (Mali-sud) ?

Ces éléments nous permettent d'aborder des questions plus larges et nous amènent à poser plusieurs hypothèses :

### ***Hypothèses 1 :***

La diminution des surfaces emblavées en sorgho est liée à l'extension de la culture de maïs.

### ***Hypothèses 2 :***

La pénétration du maïs est liée à des conditions climatiques favorables : plus de 1000 mm de pluviosité annuelle.

### ***Hypothèse 3 :***

Le développement de la culture du maïs dans l'assolement est corrélé au développement du coton (qui détermine un niveau d'équipement élevé et un accès aux intrants)

### ***Hypothèse 4 :***

La progression du maïs dans l'assolement se traduit par une marginalisation du sorgho sur les moins bonnes terres.

### ***Hypothèse 5 :***

La progression du maïs dans l'assolement se traduit par un remplacement du sorgho.

### ***Hypothèse 6 :***

La pénétration du maïs est liée à l'idée des paysans selon laquelle le maïs est plus rentable que le sorgho.

### ***Hypothèse 7 :***

Si le maïs se substitue au sorgho du fait de sa meilleure rentabilité, cela se traduira par une amélioration de la quantité de denrées alimentaires disponibles pour les populations.

Ces questions ont été abordées dans le cadre d'un stage réalisé au Cirad- Tera, dans le cadre d'un projet de recherche sur l'agrobioversité du sorgho.

Le Cirad est une institution française dont le siège social est à Paris. Elle regroupe 1800 personnes dont environ 30% sont expatriés. Elle gère un budget de 150 millions d'euros. Le Cirad est présent dans toutes les zones tropicale du monde, en particulier en Afrique. La délégation du Cirad à Ouagadougou couvre le Mali, le Burkina Faso et le Niger.

Au Mali, la recherche est orientée sur le coton, les filières agricoles, les périmètres irrigués, la transition entre l'agriculture et l'élevage dans les zones plus arides...

Le Cirad est en coopération étroite avec l'IER (Institut d'Economie Rurale). Depuis 1990, c'est le principal service national chargé de la recherche agricole. Il regroupe 169 chercheurs et 549 agents d'appui.

### ***Réalisation du stage :***

Le stage s'est déroulé en trois étapes :

- 1- Accueil à Montpellier du 14 avril au 9 mai 2002. Cette partie du stage a été consacrée au travail bibliographique, et aux entretiens avec les chercheurs sur la méthodologie de travail et le contexte agronomique du développement des cultures de maïs et de sorgho,
- 2- Mali du 10 mai au 9 août 2002 : trois phases de travail :
  - Mise au point de l'analyse et des enquêtes de terrain en collaboration avec un chercheur malien de l'IER ( Mamy Soumare).
  - Enquête dans trois villages dans trois principales zones d'étude ( ces zones étant fonction du niveau de pluviométrie).
  - Traitement des enquêtes et analyses statistiques des données,
- 3- Montpellier du 17 août au 14 septembre 2002 : fin de l'analyse statistiques des données.

### ***Structure du rapport :***

Nous verrons dans une première partie l'Etat de la sécurité alimentaire et la place du sorgho et du maïs dans l'alimentation et l'agriculture au Mali. Puis nous présenterons le cadre du stage ainsi que la méthodologie suivie pour l'étude. Les résultats seront ensuite envisagés. Enfin, le travail réalisé sera discuté dans une dernière partie.

**PARTIE I :**

**LA SECURITE ALIMENTAIRE ET LA PLACE DU  
MAIS ET DU SORGHO DANS L'ALIMENTATION  
ET L'AGRICULTURE AU MALI**



## I-1 : ETAT GENERAL DE LA SECURITE ALIMENTAIRE

D'après la Banque Mondiale<sup>3</sup>, « la sécurité alimentaire est l'accès de tous les individus à tous moment à suffisamment de nourriture pour mener une vie saine et active.» Pour avoir un accès à suffisamment de nourriture, il faut des disponibilités suffisantes et une stabilité des approvisionnement. Mais surtout, il faut que ces produits alimentaires soit accessible aussi bien physiquement qu'économiquement par les individus. C'est pourquoi, nous allons étudier successivement l'état des disponibilités, l'accès et la stabilité des produits alimentaires au Mali. Enfin, nous envisagerons l'état nutritionnel des populations Maliennes.

### 1-1) Disponibilité

#### 1-1-A) Production :

Selon le rapport de Traore, Sall et Ouattara<sup>4</sup>, sur lequel nous allons nous appuyer puisqu'il synthétise ce sujet, la production alimentaire a augmenté au cours des dix dernières années. La production totale de céréales est passée de 2 156 410 tonnes en 1989/1990 à 2 951 413 tonnes en 1999/2000. C'est le riz qui a connu le plus fort accroissement passant de 337 748 tonnes de paddy en 1989/1990 à 754 505 tonnes en 1999/2000. Sa part dans la production totale de céréales est passée de 16% à 25% pendant la même période avec des pointes de 27% et 28% en 1996/1997 et 1998 /1999.

Pour la période 1994/99, les productions ont données une disponibilité moyenne de 199 kg/habitant/an de céréales totales dont 152 kg de mil/sorgho/maïs. En partant des normes de consommation officielle (202 kg toutes céréales et 34 kg<sup>5</sup> pour le riz), les besoins ont été couverts sur toute la période par la production nationale à 98,5% pour toutes les céréales, même si on note la présence de quelques importations, notamment pour le riz et le blé.

L'étude des bilans céréaliers ex-post fait apparaître une augmentation de la consommation de riz, qui serait passée de 34 kg/personne/an en 1988/1989 à 44 kg/personne/an en 19889/1999.

---

<sup>3</sup> Banque Mondiale, *La pauvreté et la faim, la sécurité alimentaire dans les PED, problèmes et options*, 1986

<sup>4</sup> Traore, Sall, Ouattara, *Stratégie opérationnelle 2015 et programme de sécurité alimentaire durable dans une perspective de lutte contre la pauvreté au Mali*, ministère du développement durable, document provisoire, février 2002, Mali.

NB : tous les chiffres non suivi d'une note proviennent de ce rapport.

<sup>5</sup> L'étude des bilans céréaliers ex-post fait apparaître une augmentation de la consommation de riz, qui serait passée de 34 kg/personne/an en 1988/1989 à 44 kg/personne/an en 19889/1999.

A l'heure actuelle, si la sécurité alimentaire semble être atteinte globalement, cet équilibre reste fragile et soumis aux aléas climatiques, en particulier, à la sécheresse.

Par ailleurs, il existe une forte disparité régionale en matière de production céréalière avec des zones au sud du Mali le plus souvent excédentaires (Ségou, Sikasso, Koulikoro) et des zones au nord en situation de déficit (Kidal, Mopti, Tombouctou, Gao). Cette situation toucherait 0,5 millions de personnes (sur une population de 11 millions d'habitants).

Les principales ressources alimentaires proviennent des céréales, des tubercules, des produits de la cueillette, des produits maraîchers et d'élevage. Nous les évoquerons successivement.

Près de 70 % des calories totales de la ration alimentaire des populations maliennes proviennent des céréales<sup>6</sup>. Les populations rurales les produisent pour la consommation familiale et seulement 15 à 20 %<sup>2</sup> sont vendues sur le marché.

Les céréales représentaient, en 1998, les deux tiers des superficies totales cultivées et de la production agricole<sup>2</sup>. Les disponibilités par habitant, sur la base des productions locales, ont évoluées comme suit :

*Tableau 1 : Disponibilité des céréales par kg/habitant/an*

<b>Céréales</b>	<b>1994/95</b>	<b>1995/96</b>	<b>1996/97</b>	<b>1997/98</b>	<b>1998/99</b>
Céréales totales (kg)	218	193	198	186	199
Mil/Sorgho/Maïs	157	160	147	140	155
Part mil/sorgho/maïs dans les céréales totales	72 %	83 %	72 %	75 %	75 %

Source : d'après : CILSS (Cadre stratégique de la sécurité alimentaire régionale dans une perspective de lutte contre la pauvreté 2000)/DIAPER<sup>1</sup>

Mil et Sorgho, avec 810 000 et 600 000 tonnes<sup>2</sup>, constituent la base alimentaire des populations. Le sorgho, ou gros mil, préfère une pluviométrie d'au moins 700 mm. Il peut être cultivé dans les zones inondables, en culture de décrue. Il domine la partie méridionale du pays où il cohabite avec le mil. Le petit mil est moins exigeant en eau. Dans les régions de Mopti et de Tombouctou, il domine et le sorgho n'est plus cultivé qu'en décrue.

Le maïs est surtout cultivé dans la zone sud du pays. On le retrouve également un peu plus au nord, dans les jardins de case comme culture de soudure. Sa production était estimée entre 50 000 et 100 000 tonnes par an à la fin des années 1970 et est passée à près de 400 000 tonnes en 1998-1999<sup>2</sup>.

Le fonio est une céréale rustique (qui accepte des conditions écologiques difficiles) à petits grains. Il est utilisé comme culture de soudure.

<sup>6</sup> Mali, collection Les Atlas de l'Afrique, édition Jeune Afrique, 2<sup>ème</sup> édition, Paris, 2001.

Le blé est cultivé en décrue, au nord, dans la région de Tombouctou. Les surfaces cultivées sont faibles, 2 700 hectares, mais en progression<sup>2</sup>.

Le riz occupe en terme de surface cultivée la troisième place, mais est la deuxième céréale en terme de production, devant le sorgho, du fait de ses rendements supérieurs, surtout à l'Office du Niger, dans les bas-fonds du fleuve, où l'eau est totalement maîtrisée.

En ce qui concerne les tubercules, la production est la suivante :

*Tableau 2 : Production de racines et tubercules en milliers de tonnes*

	<b>Patate douce</b>	<b>Manioc</b>	<b>Igname</b>	<b>Total</b>
Moyenne 1994/98	15	5	12,2	32,2
1999	15,8	10,5	14,8	41,1

Source : CILSS

Il existe des potentialités pour le développement des racines et des tubercules dans toutes les régions. Leur transformation en produits finis par des méthodes artisanales progressent également. Les statistiques sur la pomme de terre ne sont pas disponibles, mais de l'avis des professionnels, la production a augmenté au cours des cinq dernières années et la région de Sikasso exporterait sur la Côte d'Ivoire.

L'arachide et le niébé, sources de protéines végétales, occupent une place importante dans l'alimentation des populations. La relance de leur culture a augmenté leur disponibilité au cours des cinq dernières années. Les productions d'arachide évoluent en dents de scies : 245 686 tonnes en 1990/91 ; 254 426 tonnes en 1994/95 et 152141 tonnes en 1998/99<sup>2</sup>. Cette chute s'explique par le fait que l'arachide est remplacée par le soja au niveau international. Cependant, les besoins nationaux augmentent et pourraient induire un accroissement de la production.

Les produits de la cueillette tels que l'amande de karité, le tamarin, le « zaban », le néré et le « pain de singe » entrent largement dans l'alimentation humaine, mais leur disponibilité est très saisonnière en raison des conditions de production.

Les productions maraîchères font l'objet de campagnes de diffusion, notamment dans les stratégies de lutte contre l'insécurité alimentaire et d'amélioration de la nutrition. Périmètres irrigués, mares aménagées et puits à grands diamètres ont constitué les principaux supports de ces productions. Les productions estimées en 1998 sont les suivantes : 25 000 tonnes de tomates dans les périmètres irrigués, 660 tonnes d'haricots verts et 100 000 tonnes d'échalotes. Depuis peu, cette production est destinée à l'exportation.

Comme les céréales, les productions animales sont liées aux aléas climatiques et aux performances des systèmes de production. Après les périodes de sécheresse (1972/73 et 1982/83), la reconstitution du cheptel entre 1985 et 2001 a favorisé l'accroissement des disponibilités en viande et en lait. L'élevage représente un débouché pour les céréales qui contribuent à l'alimentation des animaux par leur sous produits : le son et les déchets rejetés près des habitations pendant la préparation des repas constituent un apport alimentaire courant pour les volailles et les chèvres ; les pailles fournissent une partie importante de l'alimentation des troupeaux en saison sèche. On peut donc se demander si l'augmentation de la production céréalière est liée au développement de l'élevage.

### **1-1-B) Importations commerciales :**

Les importations sont réalisées pour couvrir le déficit ou le manque total de certains produits alimentaires, pour assurer les distributions gratuites et contribuer à la constitution du stock national de sécurité. Le tableau 3 donne le bilan céréalier ex-post de 1994/95 à 1998/99 en faisant ressortir l'évolution des importations de céréales. (page suivante)

Tableau 3 : Evaluation ex-post de la consommation apparente en céréales au Mali de 1994/95 à 1998/99 (en tonnes)

	1994/95	1995/96	1996/97	1997/98	1998/99
<b>Population</b>	9 072 219	9 072 000	9 249 000	9 436 000	10 006 000
<b>Production brute</b>	2 457 300	2 188 900	2 219 200	2 137 600	2 524 100
dont paddy	469 100	476 100	627 400	575 700	427 300
<b>Production disponible</b>	1 981 250	1 751 500	1 742 700	1 685 100	1 987 900
<b>Stock initial</b>	106 610	241 200	177 300	205 800	138 400
Paysan	47 830	195 500	135 700	106 200	107 000
Autres	58 780	45 700	41 600	99 600	31 400
<b>Importations (Blé, Riz)</b>	59 700	103 500	109 100	96 700	84 800
Commerciales	46 100	99 900	97 000	84 300	80 000
Aides alimentaires	13 600	3 600	12 100	12 400	4 800
<b>Total : ressources en céréales alimentaires</b>	<b>2 147 560</b>	<b>2 096 200</b>	<b>2 029 100</b>	<b>1 987 600</b>	<b>2 211 100</b>
<b>Exportations</b>	66 000	9 600	18 500	31 100	55 000
<b>Autres utilisations</b>	-	-	-	-	-
<b>Stock final</b>	241 180	177 300	205 800	138400	-
Paysans	195 500	135 700	106 200	107000	-
Autres	45 680	41 600	99 600	31400	-
<b>Total emplois</b>	<b>548 360</b>	<b>354 600</b>	<b>411 600</b>	<b>276 800</b>	<b>55 000</b>
<b>Consommation apparente</b>					
<b>Totale (tonnes)</b>	<b>1 599 200</b>	<b>1 741 600</b>	<b>1 617 500</b>	<b>1 987 600</b>	<b>2 156100</b>
<b>Par habitant (kg)</b>	<b>176</b>	<b>192</b>	<b>174</b>	<b>211</b>	<b>216</b>

Source : d'après : CILLS/DIAPER

### 1-1-C) Aides alimentaires :

Les aides alimentaires ont constitué un axe fort de la coopération entre le Mali et ses partenaires de l'extérieur, en particulier pendant les périodes de sécheresse. Les principaux fournisseurs sont l'Union Européenne et ses pays membres, les Etats-Unis, le Canada, le Japon et le Programme Alimentaire Mondial (PAM). En l'absence de crises climatiques, ces aides ont diminué. L'évolution est donnée dans le tableau 3. En moyenne, de 1994/95 à 1998/99, le pays a reçu par an 9 300 tonnes d'aides alimentaires, principalement sous forme de blé et farine de blé, destinées aux zones chroniquement déficitaires suivies par le Système d'Alerte Précoce (SAP).

## **1-1-D) Exportations :**

Un objectif recherché par la sécurité alimentaire est de contribuer à l'équilibre de la balance agricole. A cet égard, les exportations constituent un élément de la disponibilité car les devises procurées servent aussi à l'importation des denrées non produites localement. Cependant, la balance agricole du Mali est déficitaire ; les recettes procurées par les ventes de coton fibre et du bétail ne couvrent pas les importations d'intrants agricoles et vétérinaires et les autres denrées alimentaires non produites localement (farine de blé et pâtes alimentaires, lait et produits laitiers, sucre et huile...). Les exportations de coton (38 % des produits exportés)<sup>2</sup>, et d'animaux vivants (9,3%)<sup>2</sup>, surtout après la dévaluation, ont amélioré la balance agricole et les conditions de sécurité alimentaire. Mais la filière cotonnière connaît aujourd'hui une grave crise qui va diminuer sa contribution.

Pour les céréales, il s'agit surtout du riz et des mils/sorghos qui permettent d'améliorer la balance agricole, bien que les statistiques ne permettent pas d'en préciser les quantités sur les cinq dernières années. En 1999/2000, les exportations de céréales sèches (mil, sorgho et maïs) ont porté sur 35000 tonnes.

Les principaux clients du Mali sont l'Europe, la France, la Côte d'Ivoire, le Sénégal et quelques pays d'Asie.

## **1-2) Accessibilité**

En dépit des progrès réalisés dans la disponibilité des produits, leur accessibilité aux consommateurs, surtout urbains, se pose en terme de pouvoir d'achat, de facilité de circulation des produits, de goût et d'habitudes alimentaires. Si l'économie malienne a enregistré une croissance continue depuis 1994, cette performance n'a pas eu d'impact significatif sur les conditions de vie des populations, en dehors des zones CMDT et Office du Niger.

La notion d'accessibilité met en jeu trois dimensions : la première est celle des revenus et des habitudes alimentaires, la seconde celle de l'existence de marché, et enfin celle de l'enclavement.

### *Les revenus et les habitudes alimentaires :*

Fondamentalement, le bas niveau des revenus de larges couches des populations urbaines et rurales limite leur capacité de consommer les denrées nécessaires pour couvrir leurs besoins de 2450 kcal par jour et les besoins en protéines, oligo-éléments et vitamines.

Les habitudes alimentaires constituent un autre frein à la consolidation du régime alimentaire. Ainsi, en dehors des céréales, des légumineuses, les produits maraîchers et même les aliments d'origine animale ne sont pas utilisés suffisamment pour améliorer la ration des populations des régions du Sud, où le niveau de la malnutrition des enfants de 0 à 5 mois reste élevée, même en dépit de la croissance des productions agricoles<sup>6</sup>. De même, il est difficile de faire consommer des ignames, des patates douces et autres tubercules et racines dans les régions du Nord.

Et il existe peu de produits substituables aux céréales dans la ration alimentaire et calorique. « Ceci induit une certaine rigidité de la demande qui constitue une source réelle de difficulté pour le secteur, l'offre étant très fluctuante. En outre, beaucoup de ménages urbains n'ont pas les moyens de stocker des céréales. Un approvisionnement continu (en « flux tendus ») des consommateurs s'avère donc nécessaire, ce qui complique encore la coordination. Par ailleurs, les céréales occupent aussi une part importante des dépenses des ménages urbains (environ 20% parfois plus). Une augmentation des prix dans les villes conduit donc à des ajustements difficiles des consommateurs (réduction des dépenses d'autres produits alimentaires, d'habillement, de santé etc.). Des prix élevés pour les céréales pèsent donc sur la consommation d'autres produits, y compris des produits de première nécessité (comme les autres produits alimentaires, les médicaments etc.)<sup>7</sup>. L'approvisionnement des consommateurs doit donc non seulement être régulier (malgré une offre fluctuante) mais en outre se faire à un coût très modéré. »<sup>8</sup>

### *L'existence de marché :*

Cette question a deux dimensions :

- les zones déficitaires et les zones excédentaires et la nécessité de coordonner l'ajustement de la offre et de la demande entre ces zones

---

<sup>7</sup> Or, depuis la dévaluation du FCFA (janvier 1994), les prix à la consommation ont triplé dans les villes. Des travaux ont révélé que la situation est très tendue pour une partie de la population urbaine victime de malnutrition.

<sup>8</sup> GALTIER F., *Information, institutions et efficacité des marchés : l'analyse de trois filières céréalières d'Afrique de l'Ouest comme des "systèmes de communication*, Thèse En économie et sciences de gestion, Université Montpellier I, 2 t, 520 p., Montpellier 2002

- le problème d'incertitude des producteurs quant à la capacité de vendre leur production et des commerçants de trouver des produits à acheter sur les zones de production.

Pendant des années les institutions internationales comme la FAO etc ... ont mis en place des systèmes de marchés de gros pour favoriser la transparence et l'ajustement, non seulement de l'offre à la demande dans la filière, mais aussi des systèmes d'informations de marché sur les quantités disponibles et les prix. Ceci dans le but d'améliorer l'information des commerçants.

Comme le signale Franck Galtier, « Compte tenu du contexte « extrême » de dispersion de l'information qui prévaut dans ces filières, on devrait s'attendre à un drame : pénuries, prix évoluant d'une manière erratique ... Or, il n'en est rien. En outre, on s'attendrait à ce que les systèmes d'information de marché (SIM) et les autres actions entreprises pour améliorer la circulation de l'information aient un impact très fort. Or, ceci ne semble pas non plus être le cas... »

#### *Enclavement :*

Au Mali, de nombreuses zones de production sont enclavées et rendent difficile le transfert des produits vers les centres urbains ou en augmentent considérablement les coûts de transfert.

Les relations entre les zones majeures de production et de consommation ont été établies au cours de récentes études et notamment dans les régions de Sikasso et de Ségou, qui disposent d'excédents céréaliers. Ainsi, on a observé que chaque campagne de faible production de céréales sèches, notamment de mil et sorgho, est suivie, l'année suivante, d'une hausse perceptible du prix du mil en raison de la baisse des stocks. L'effet de l'enclavement sur les prix est notable à Kayes (à l'est du pays) et Dioro (au nord de Ségou) en ce qui concerne respectivement les prix à la consommation et aux producteurs. Il paraît donc nécessaire de renforcer les investissements dans les infrastructures de transport.

Par ailleurs, pour permettre un nivellement des prix, il faudrait mener une politique de stockage raisonné en investissant dans les capacités des unités de conservation des céréales. Ainsi, les prix n'augmenteraient pas aussi fortement les années suivant les années de mauvaise récolte. Des investissements dans ces capacités de stockage ont déjà été réalisés, mais sans succès. De grands silos ont été construits. Mais ils n'ont jamais servi puisqu'ils n'ont pas été accompagnés d'une politique commerciale incitative. Une action sur le niveau des prix a également été menée, sans plus de succès : les prix étaient soit trop bas, ce qui favorisait la consommation au détriment de la production - les stocks n'ont donc pas pu être réapprovisionnés -, soit les prix étaient trop élevés,



incitant la production - les organismes de stockage n'avaient plus les capacités à accueillir l'excédent de la production.

### 1-3) Stabilité

Elle repose sur les possibilités d'approvisionner régulièrement les consommateurs en produits suffisants quantitativement et qualitativement, ce qui implique l'accroissement continu de la diversification des productions, le désenclavement des zones de production et le développement des marchés.

Le risque majeur qui pèse sur la production et par conséquent sur la stabilité d'approvisionnement est le risque climatique. Ce risque est plus ou moins important selon la situation géographique de la zone : plus on va vers le nord du pays et plus le risque de sécheresse est important (la pluviométrie est moins importante au nord qu'au sud et plus aléatoire). Au cours des quinze dernières années, le Mali n'a pas connu de grave déficit pluviométrique. Cependant, environ 168 localités suivies par le SAP vivent dans l'insécurité alimentaire parce que la production est insuffisante. Il s'agit des régions de Koulikoro, Kayes, Gao, Tombouctou, Ségou, Mopti et Kidal.

Dans la zone Mali-sud (sur laquelle porte le stage), trois zones peuvent également être distinguées : la zone sud, autour de Sikasso (pluviométrie supérieure à 1000 mm par an) ; la zone centre autour de Koutiala (pluviométrie comprise entre 800 et 1000 mm par an) ; la zone nord autour de San (pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm par an). On peut donner le niveau de diversification des productions, celui du désenclavement et celui du développement des marchés dans ces trois zones dans un tableau succinct :

*Tableau 4 : Niveau de diversification, de désenclavement et de développement des marchés de produits agricoles dans les zones de San, Koutiala et Sikasso :*

	Diversification de la production	Désenclavement de la zone	Développement des marchés
San	+	+	+
Koutiala	+	+++	+++
Sikasso	+++	++	+++

Source : Jean-François Bélières, chercheur au Cirad Mali

A Sikasso, le climat (pluviométrie supérieure à 1000mm) et la proximité des marchés font que la production est assez diversifiée : les principales cultures sont le coton, le maïs, les céréales en général et les tubercules (patates, pomme de terre, etc.). En revanche, la zone de Koutiala

(pluviométrie comprise entre 800 et 1000 mm) est plus spécialisée dans la culture du coton, et la zone de San (pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm) rencontre des problèmes de diversification agricole en raison des aléas climatiques.

En ce qui concerne le désenclavement, les trois zones ont un accès aux marchés par des routes en bon état. Cependant, Koutiala est certainement la mieux dotée en réseau de routes secondaires ou de pistes.

Contrairement à San, Sikasso et Koutiala semblent être les plus intégrés aux marchés de par leur proximité avec la Côte d'Ivoire (partenaire important du Mali)<sup>9</sup>.

Dans la zone sud du Mali, la production de maïs tend à s'accroître, peut-être au détriment de la culture du sorgho. Cette progression s'étend du sud de cette zone au nord. Or la culture du maïs est plus exigeante en eau que celle du sorgho, et plus on va vers le nord et moins la pluviométrie est importante. La culture du maïs présente donc un risque et la substitution du sorgho par le maïs n'est peut-être pas une situation durable, ce qui peut avoir un impact sur la stabilité des approvisionnements.

#### **1-4) Situation nutritionnelle**

##### 1-4-A) Consommation alimentaire :

Au Mali, on note approximativement deux types de régimes alimentaires : un régime de type sédentaire et un régime de type pastoral. Le régime de type pastoral, suivi par les Peuhls et les populations nomades de la zone nord (Maures et Touaregs), est constitué essentiellement de lait (surtout caillé) et de viande (bœuf, mouton, chèvre). Il comporte peu de céréales (mil), de fruits et de légumes, et il est complété par des dattes, du thé et du sucre. Ce modèle alimentaire est à rapprocher de celui suivi par les pêcheurs Bozos et Somonos, à base de poisson, de riz et de mil.

Le second régime, de type sédentaire, est basé sur les céréales (mil, sorgho, maïs et riz) et comporte quelques légumineuses (haricots, niébé, arachides, pois, voandzou). Les modèles de consommation varient suivant les périodes et les types de récoltes : durant les mois d'octobre à décembre, ils sont composés surtout de mil, de sorgho et de riz alors qu'en période de soudure (juillet à septembre) ils sont à base de maïs, de fonio et de niébé. Le régime suivi dans les centres urbains est proche du type sédentaire mais plus riche en pain, légumes, viandes et sucre.

D'après Traoré, Sall et Ouattara, la quantité moyenne de céréales consommée par an et par personne pour l'ensemble du pays est de 202 kg et représente 73% de la ration alimentaire. La consommation est supérieure à la moyenne nationale dans les régions de Koulikoro (233,4 kg),

Sikasso (au sud du Mali) (221,3 kg) et Mopti (au centre du Mali) (227 kg) ; par contre, elle est plus faible à Bamako (137,8 kg).

La consommation alimentaire moyenne par personne et par an varie également selon le milieu : les céréales constituent 76,1% de la ration en milieu rural et 60,5% en milieu urbain. La ration céréalière comporte le mil (42%), le sorgho (26,5%), le riz (16,7%), le maïs (13,3%), le blé (0,8%) et le fonio ( 0,7%).

La consommation énergétique moyenne journalière par personne est de 2254 kcal dont 82% sont assurés par les glucides, 5% par les lipides et 13% par des protéides. On note que la ration alimentaire moyenne du consommateur malien est déséquilibrée par rapport aux normes recommandées par la FAO (*Food and Agricultural Organisation*) qui sont 55 à 60% de glucides, 20 à 25 % de lipides et 12 à 15% de protéines. La consommation énergétique totale (2254 kcal) comparée à la norme (2450 kcal) recommandée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et la FAO, montre une couverture de près de 92 %.

#### 1-4-B) Situation « santé et nutrition » :

La situation nutritionnelle au Mali est caractérisée par des niveaux élevés de malnutrition protéino-énergétique, de carence en vitamine A, fer et iode. Le taux de malnutrition des enfants fournit une excellente mesure de la privation dans le temps et dans l'espace.

L'Enquête Démographique et de Santé du Mali (EDSM), réalisée en 1995/96 sur 4678 enfants de moins de 3 ans a montré une prévalence élevée de la malnutrition :

- 30% de ces enfants accusent un retard de croissance,
- 23% sont émaciés,
- 40% des enfants présentent une insuffisance pondérale.

Le rapport cité suppose qu'il n'existe pas d'enquête représentative au niveau national pour estimer l'ampleur du problème des carences nutritionnelles en vitamines et en oligo-éléments. La carence en fer demeure l'un des troubles nutritionnels les plus importants en terme de prévalence et de distribution géographique. Sa situation apparaît totalement méconnue. Une enquête réalisée en 1979 a pu noter que près de 40% des femmes enceintes et 28,4% des enfants de moins de 14 ans présentent une anémie. L'EDSM 1995/96 a trouvé que seulement 1,6% des enfants de moins de 3 ans ont reçu au moins une dose de vitamine A d'après les cartes de vaccination pour l'enfant et 7,9% selon les déclarations de la mère.

---

<sup>9</sup> Communication personnelle avec Jean-François Bélières, chercheur au Cirad Mali

## **I-2 : La place du maïs et du sorgho dans l'alimentation et l'agriculture au Mali**

### **2-1) Le sorgho et le maïs dans l'alimentation**

Le maïs et le sorgho occupent une place importante dans l'alimentation au Mali. En effet, le sorgho fait partie de la base alimentaire des populations maliennes puisqu'il représente 20.16% de la ration alimentaire en zone rurale et 16% en ville. Le maïs quant à lui représente 10.12% de la ration alimentaire en zone rurale et 8% en ville (source : rapport cité en début de partie). Le maïs est consommé en priorité avant le sorgho car il se conserve moins bien. Le sorgho est d'avantage une plante de conservation. D'ailleurs, l'année qui suit une mauvaise récolte verra ses surfaces cultivées en sorgho augmenter pour permettre la reconstitution des stocks.

Durant les mois d'octobre à décembre, le sorgho est la base de l'alimentation, avec le mil et le riz. En revanche, en période de soudure (moment pendant lequel les récoltes précédentes sont épuisées et la nouvelle récolte), de juillet à septembre, le maïs constitue la base alimentaire avec le fonio et le niébé.

Les préparations culinaires à base de maïs et de sorgho sont quasiment identiques : le tô est un aliment à base de farine de sorgho ou de maïs (et même de mil) agrémenté de sauce gombo en général. C'est l'aliment de base au Mali. Le couscous est une autre préparation possible à partir du maïs et du sorgho. On peut également préparer du séri (brisure de grains bouillis dans de l'eau ou du lait avec du sucre ou du lait) et du kini (brisure de grain de maïs ou de sorgho préparé avec une sauce aux oignons, aux arachides....). Les grains de maïs peuvent être également directement bouilli dans de l'eau (« bala bala ») ou grillés (maïs frais consommé comme « friandise »).

D'après les enquêtes réalisées sur le terrain lors du stage, les avis sont partagés quant aux préférences alimentaires entre le maïs et le sorgho : certains préfèrent le maïs parce qu'il est plus consistant, d'autres préfèrent le sorgho parce que sa préparation demande moins de temps. Mais le plus souvent, la céréale la plus consommée dans le ménage est celle qui est la plus cultivée. Alors, les préférences données par les hommes et les femmes enquêtés ne correspondent pas forcément à leur consommation.

### **2-2) La pénétration du maïs dans la zone Mali-sud**

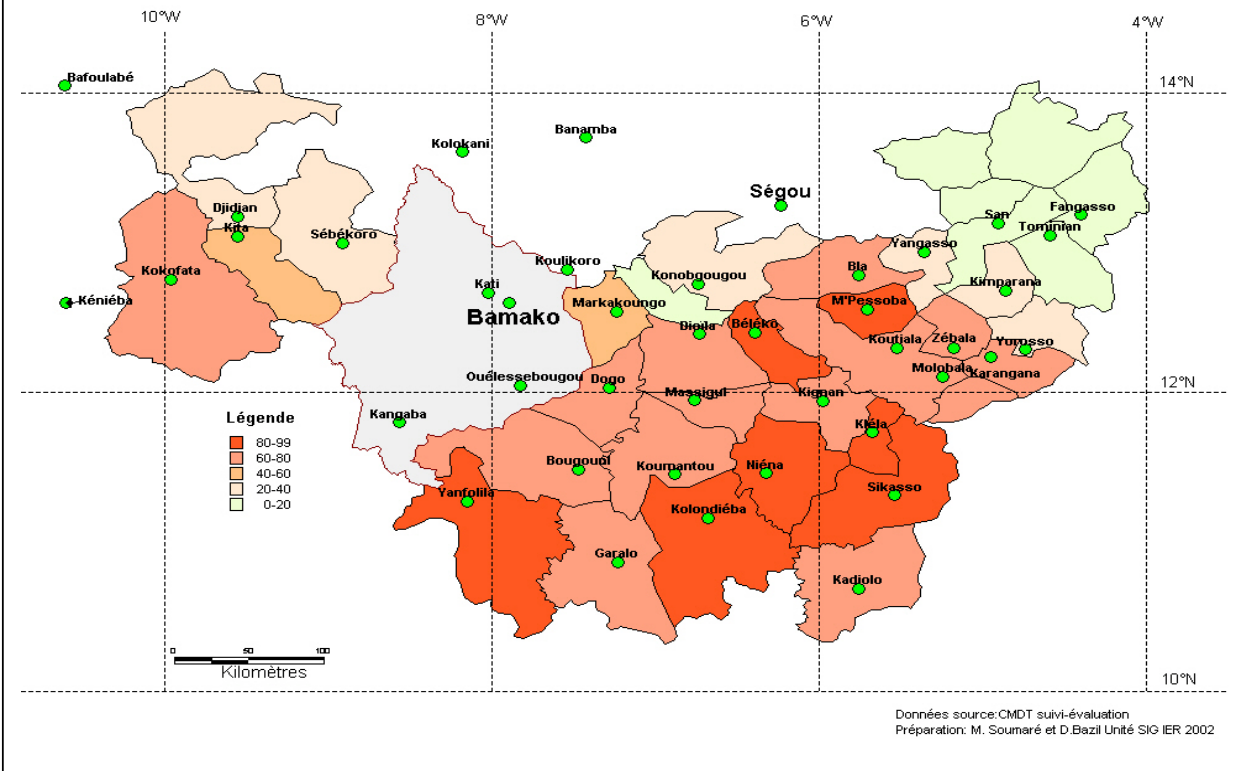
Liste des cartes de la page suivante :

Carte 2 : Pourcentage des exploitations ayant cultivé du maïs en zone CMDT (92/93)

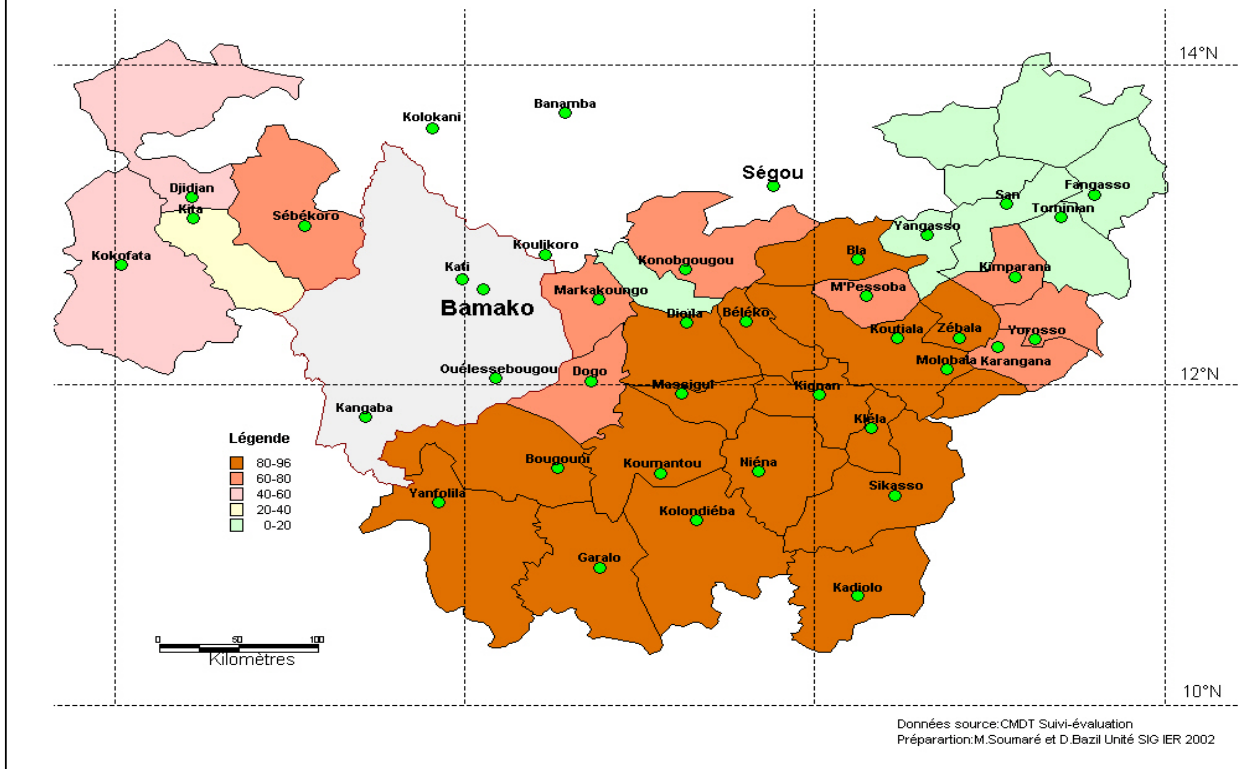
Carte 3 : Pourcentage des exploitations ayant cultivé du maïs en zone CMDT (98/99)

Carte 4 : Comparaison de la pénétration du maïs et du mil/sorgho dans les exploitations en zone CMDT de 93 à 99

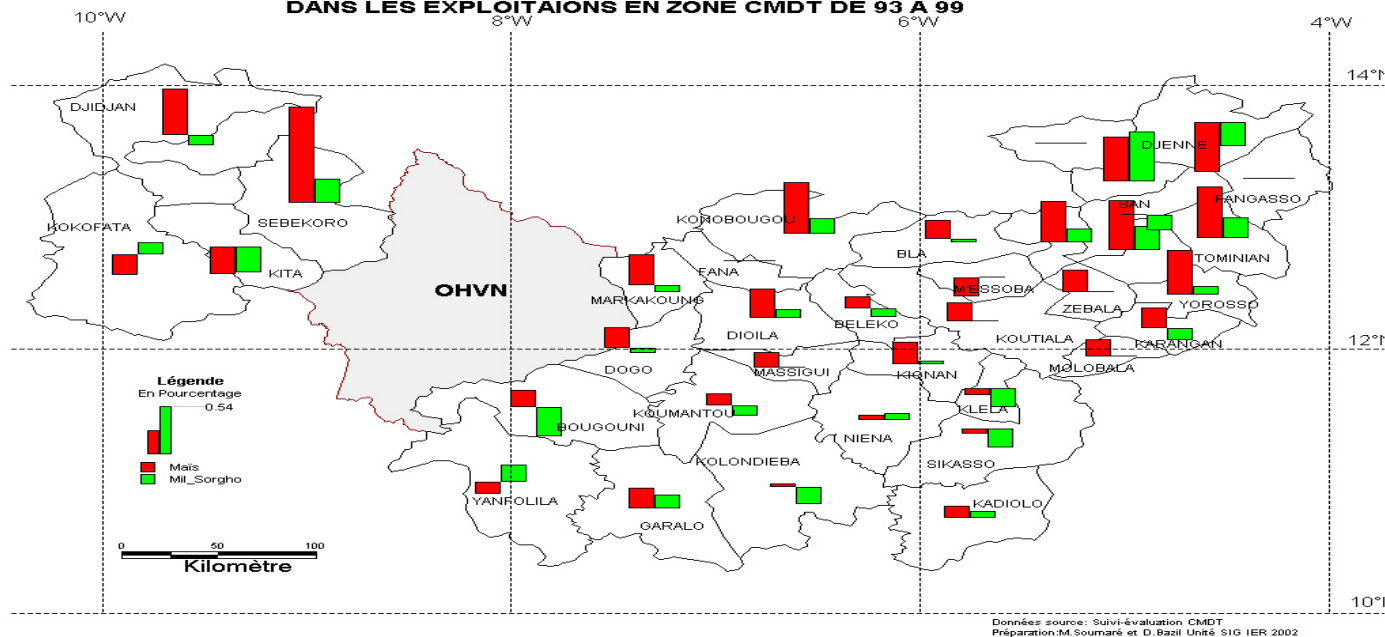
**POURCENTAGE DES EXPLOITATIONS AYANT FAIT LE MAÏS EN ZONE CMDT (92/93)**



**POURCENTAGE DES EXPLOITATIONS AYANT FAIT LE MAÏS EN ZONE CMDT (98/99)**



**COMPARAISON DE LA PENETRATION DU MAÏS ET DU MIL/SORGHO  
DANS LES EXPLOITATIONS EN ZONE CMDT DE 93 A 99**



Avant les années 1970, la culture du maïs occupait une place négligeable en terme de superficie<sup>10</sup>. Mais la culture était connue et pratiquée par les exploitations agricoles, en particulier dans les zones de Yanfolila et Bougouni (sud du Mali). La production de maïs était surtout destinée à l'autoconsommation et jouait un rôle important dans la période de soudure. En effet, les variétés précoces de maïs arrivent à maturité au cours de la période août-septembre, qui correspond à la soudure en milieu rural. Cette période se caractérise pas la réduction des stocks vivriers, et l'arrivée de nouvelles récoltes permet aux populations de se nourrir en attendant la prochaine récolte d'octobre.

Dans les années 1980, le maïs a commencé à devenir une grande culture, en particulier dans les zones de Bougouni et de Sikasso (sud du Mali). Ceci a été amplifié par la vulgarisation de cette culture par la Compagnie Malienne de Développement des Textiles (CMDT) en 1982. Celle-ci a assuré la commercialisation de la céréales en garantissant le prix au producteur.

Le maïs est bien présent dans les parties situées les plus au Sud - est de la zone Mali sud, notamment Sikasso, Niéna, Kolondiéba, Kléla, Béléko, Yanfolila et M'Pessoba. Ceci explique une pénétration du maïs est plus faible observée dans ces zones. En revanche, sur la carte 2, on voit que le pourcentage d'exploitation ayant cultivé du maïs a progressé dans la zone Mali-sud. Ceci est confirmé par la carte 3 qui montre une progression importante du maïs dans les zones les plus au nord-est de la zone Mali-sud. De plus, on constate que dans ces zones, le maïs a progressé plus fortement que le mil/sorgho, excepté à Djéné.

La pénétration du maïs dans les exploitations est plus importante que celle du sorgho. Se fait-elle au détriment de la culture du sorgho ?

<sup>10</sup> TEME B., SANOGO O., BOUGHTON D., *Le maïs dans les systèmes de production du sud du Mali : historique et perspectives*, in Production et valorisation du maïs à l'échelon villageois en Afrique de l'ouest, Cirad, Montpellier, 1995

**PARTIE II :**  
**LE CADRE DU STAGE, LE MATERIEL ET LES**  
**METHODES UTILISEES LORS DU STAGE**

## II-1) LE CADRE DU STAGE :

Le sorgho représentait en moyenne le tiers des céréales produites<sup>11</sup> au Mali ces 5 dernières années. C'est une céréale possédant beaucoup d'atouts, en particulier la souplesse (les dates de semis du sorgho sont assez flexibles pour les variétés photosensibles) et la rusticité (le sorgho n'est pas très exigeant en terme de conditions écologiques) .

Le Mali est au cœur de l'un des centres de diversité de cette espèce et les variétés locales cultivées sont adaptées aux multiples conditions écologiques rencontrées.

Malgré la remarquable adaptation des variétés locales, les rendements en sorgho plafonnent et l'augmentation de la production de cette céréale est surtout liée à l'augmentation des superficies cultivées. Depuis trente ans, le sorgho subit une érosion génétique marquée suite :

- 1) à une évolution climatique défavorable et une dégradation des sols constamment signalées par les paysans qui vivent dans les zones ayant une pluviométrie moyenne comprise entre 600 et 800mm. Ces zones où le sorgho est généralement dominant dans les systèmes de culture sont assez souvent déficitaires sur le plan vivrier,
- 2) à une substitution du sorgho par le tandem maïs-coton dans les zones à plus de 800 mm. En effet, dans ces zones, se pose le problème de la disponibilité de variétés de sorgho ayant des rendements en grains comparables à ceux du maïs tout en ayant la rusticité du sorgho<sup>1</sup>.

### 1-1) Présentation du projet agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso

Le projet agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso est un projet financé par le FFEM et le CIRAD. Il a pour objectif général de maintenir et de valoriser la biodiversité du sorgho, notamment dans les zones à plus de 900 mm de pluie où le maïs se substitue au sorgho. L'objectif final est de créer une gamme de nouvelles variétés de sorgho à la fois rustiques et productives, pouvant être utilisées dans différents milieux. L'accroissement de la productivité du sorgho est recherché dans le but d'améliorer la sécurité alimentaire dans les zones soudano-sahéliennes ayant une pluviométrie comprise entre 500/600 et 800/900 mm.

Le projet rassemble plusieurs acteurs : au niveau international, le CIRAD, l'ICRISAT et l'INSAH y participent. Au niveau national, sont représentés la recherche agricole (Institut d'Economie Rurale (IER), ESPGRN, IPR<sup>12</sup>), les organisations paysannes désireuses d'améliorer la

---

<sup>11</sup> Secrétariat du FFEM , Comité de pilotage, Rapport de présentation, Agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso, 6 juillet 2001.

<sup>12</sup> cf liste des abréviations



productivité de leurs sorghos (AOPP, l'Union des agriculteurs du cercle de Tominian, l'Organisation Paysanne (OP) « Faso Gigi », l'association de Kalabougou, l'association des « motorisés » de Koutiala et de Kléla et des groupements céréaliers) et des organismes de développement (AMEDD, GRADECOM, FDS<sup>9</sup>).

Il vise à associer dès le départ les agriculteurs et leurs organisations à des processus de création de variétés et de sélection participative. Cette démarche est résolument différente de tout ce qui a été fait auparavant. La démarche classique était la création de variétés en stations et leurs vulgarisation. L'échec de cette démarche a incité la mise en place d'une nouvelle démarche, appliquée par le projet. Elle s'appuie sur les variétés traditionnelles et la sélection participative, avec les paysans. Elle a pour objectif de créer une large gamme de variétés adaptées localement aux besoins des paysans.

## **1-2) Le stage**

Avant d'atteindre cet objectif, il est important de comprendre les raisons de la pénétration du maïs dans l'assolement au détriment du sorgho.

C'est pourquoi, le stage qui a eu lieu du 10 avril 2002 au 14 septembre 2002 au CIRAD Montpellier et au Mali (département TERA programme ERE) dans le cadre du projet Agrobiodiversité du sorgho au Mali et Burkina Faso, avait pour objectif de comprendre la pénétration du maïs dans l'assolement en identifiant le coût d'opportunité et les choix d'adoption du sorgho et du maïs dans les zones du projet décrites ci-dessous. Le coût d'opportunité d'une ressource « correspond à ce qu'elle rapporterait dans l'utilisation la plus rémunératrice parmi toute les alternatives réalisables »<sup>13</sup>. On calcule ainsi le coût d'opportunité de l'utilisation de la terre, du crédit, du travail entre deux options d'allocation de ces ressources. Dans notre cas, nous avons considéré que le coût d'opportunité peut être considéré comme un manque à gagner (coût du renoncement à une option) si un paysan cultive telle variété au détriment d'une autre en utilisant les ressources en terre, travail etc.. . Dans notre cas, il s'agit d'évaluer ce coût d'opportunité de produire du maïs à la place du sorgho sur la même parcelle.

Il s'agit d'éclairer par une analyse des données disponibles et des enquêtes de terrain au Mali les raisons de ce choix.

Le travail a été effectué sur un nombre limité de villages de référence appartenant à trois zones retenues par le projet. Elles se situent dans la zone cotonnière du Mali, où intervient la Compagnie Malienne de Développement du Textile (CMDT). Cette dernière assure l'approvisionnement en intrants (graines, engrais, pesticides, herbicides), l'encadrement des producteurs et l'achat de la production de coton. La CMDT intervient aussi fortement dans le

développement rural, par l'introduction de la mécanisation, la maîtrise des techniques culturales, la formation et l'organisation des paysans. Le rôle d'encadrement est important et nettement visible dans les villages enquêtés : en effet, le village de Kanian, dans la zone de San (le plus au nord) n'est pas encadré par la CMDT, et c'est dans ce village qu'il a été le plus difficile à remplir le questionnaire.

Le maïs s'est développé dans cette zone sous l'impulsion de la CMDT. En effet, elle a mené une campagne de valorisation du maïs de 1982 à 1986, culture qui répond mieux aux intrants, et donc à l'intensification, que les variétés actuellement disponibles des céréales traditionnelles (mil et sorgho).

Les zones du projet sont les suivantes (page suivante) :

---

<sup>13</sup> J.BREMOND et A. GELEDAN, *Dictionnaire économique et social*, Hatier, Paris, 1990

Les zones du projet sont les suivantes :

Tableau 5 : Caractéristiques des zones du projet

	<b>SIKASSO</b>	<b>KOUTIALA</b>	<b>SEGOU</b>
Région agricole	Région CMDT de Sikasso	Région CMDT de Koutiala	Zones non irriguées des cercles de Ségou, Bla et Tominian
Pluviométrie	+ 1000 mm	700 à 900 mm	600 à 800 mm
Superficies en sorgho	environ 25% des céréales	Environ 40% des céréales	hors zones irriguées, le sorgho représente 20 à 60% des céréales
Autres cultures importantes	Coton, maïs, riz, mil, divers fruits, maraîchage, pomme de terre,...	Coton, maïs, mil, riz	Mil, riz, niébé à Ségou Mil coton à Fana
Questions posées	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Couple maïs/coton domine le sorgho</li> <li>- Biodiversité du sorgho menacée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principale céréale : sorgho</li> <li>- pénétration du maïs pas au détriment du sorgho</li> <li>- risque hydrique pour l'intensification du maïs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sorgho plus important que le maïs</li> <li>- maïs : seulement une culture de case et de soudure</li> </ul>
Villages choisis	<b>SIRAMANA</b> Sud de la zone Mali-sud	<b>KANIKO</b> Centre de la zone Mali sud	<b>KANIAN</b> Nord de la zone Mali-sud

Cf annexe 1 : Carte des isohyètes

Les villages ont été choisis par les OP et rien ne dit qu'ils sont bien représentatifs de ces zones. Mais de ce fait, les enquêtes de terrain ont pu être réalisées dans de bonnes conditions avec des entretiens longs avec les paysans, ces derniers faisant partie des associations de paysans participant au projet.

Un premier cadre d'analyse a été élaboré au début du stage pour saisir les différents paramètres susceptibles d'influencer le coût d'opportunité. Nous avons énuméré les facteurs limitants et favorisant de chaque culture au niveau de la parcelle, de l'exploitation et de la petite région (zone d'étude du projet). Au sein de ces facteurs, nous avons distingué les facteurs agro-

écologiques tels la contrainte pluviométrique, le photopériodisme, la sensibilité à la sécheresse, valorisation des engrais, type de sol... des facteurs socio-économiques tels les prix de ventes, le niveau d'instruction, le niveau d'équipement, le niveau de développement des infrastructures... Ils ont été regroupés dans le tableau 6 en annexe 2.

Dans le cadre du stage, l'analyse a été centrée sur l'exploitation et la parcelle, sur les questions de précédent cultural, fertilité du sol, rendement, pluviométrie, niveau d'équipement, niveau d'instruction, prix, préférences alimentaires...

L'analyse au niveau de l'exploitation a pour objectif de déterminer l'évolution du maïs et du sorgho dans l'assolement et les raisons de l'adoption du maïs. Quant à l'analyse au niveau de la parcelle, elle a pour objectif d'évaluer les marges brutes et les coût d'opportunité pour chacune des cultures.

## II-2) MATERIELS ET METHODES

La méthodologie se déroule en trois phases que nous allons envisager successivement.

### 2-1) Première phase : Enquête structurelle

#### 2-1-A) Méthodologie de l'enquête structurelle :

Une première enquête sur la structure des exploitations a été menée en mai 2002, dans chaque village, de manière exhaustive. Toutes les exploitations ont été concernées afin de toutes les caractériser et d'élaborer une typologie qui a permis de choisir un échantillon sur lequel a été effectué le travail d'enquête.

Plusieurs variables sur la structure de l'exploitation (données sur la famille du chef d'exploitation et sur l'activité agricole) ont été relevées : l'âge du chef d'exploitation, la composition du ménage, le statut de l'exploitation, le cheptel, et l'équipement de l'exploitation, les types de culture et leur superficie et enfin, le nombre de variétés de sorgho et de maïs cultivées dans l'exploitation.

Parmi toutes les variables de l'enquête, dix variables ont été retenues afin de valider le choix des villages par les organisations paysannes : superficie totale, population totale, nombre d'actifs, superficie de maïs, superficie de sorgho, ratio superficie de maïs sur superficie totale, ratio superficie de sorgho sur superficie totale, ratio mil et sorgho sur superficie totale, ratio superficie de maïs sur superficie de sorgho et ratio superficie de maïs sur superficie de mil et sorgho. La distinction faite entre les valeurs absolues et les ratios est importante dans la mesure où, dans le premier cas, elles nous permettent de comprendre la structure des exploitations, et dans le second cas, elles nous montrent l'importance de la substitution entre les cultures.

#### 2-1-B) Analyse de variance :

Une analyse de variance des 10 variables et sur l'ensemble des exploitations a été faite. Ceci pour vérifier si les trois villages choisis par les OP sont caractéristiques des zones établies par le projet et par quelles variables ils se différencient. L'hypothèse posée est que les villages se distinguent par leur superficie totale, leur superficie en maïs et sorgho et leur niveau d'équipement : les exploitations du sud devraient avoir des plus grandes superficies et un meilleur niveau d'équipement que celles du nord.

L'analyse de la variable superficie totale, permet de vérifier si les villages se différencient. Ceci dans le but de valider ou non l'idée selon laquelle plus on va vers le nord, plus les cultures sont extensives ; la superficie des exploitations par personne devrait donc être moins importante lorsque l'on se déplace du nord au sud.

Il s'agit également de savoir si les surfaces en maïs augmentent suivant le gradient pluviométrique nord/sud, sachant que le maïs est une culture exigeante en eau et que les pluies diminuent quand on va vers le nord.

A partir de la variable sorgho, on cherche à vérifier si en terme de surface, le sorgho occupe toujours une place prépondérante, malgré la pénétration du maïs.

L'analyse sur la superficie du mil/sorgho est faite pour comparer nos résultats avec les données de la CMDT qui agrègent ces deux cultures. On se pose donc les mêmes questions que pour le sorgho : est-ce que les villages se distinguent par la superficie cultivée en mil/sorgho ?

A travers l'analyse du ratio superficie de maïs sur la superficie totale, on cherche à savoir si les trois villages se distinguent en fonction de la part du maïs dans l'assolement. Il en est de même pour les variables ratio superficie de sorgho sur la superficie totale et ratio superficie de mil et sorgho sur la superficie totale.

Enfin, avec les ratios superficie de maïs sur superficie de sorgho et superficie de maïs sur superficie de mil et sorgho, on cherche à savoir si les villages se distinguent par l'importance du maïs en terme de superficie de maïs par rapport au sorgho ou de mil/sorgho.

## **2-2) Deuxième phase : Typologie des exploitations et échantillonnage**

### 2-2-A) Typologie :

Une fois cette analyse faite, toutes les variables ont été étudiées dans une analyse en composante principale (ACP), puis dans une analyse factorielle des correspondances (AFC) : l'AFC se justifie par le fait que nous avons réduit le nombre de variables discriminantes pour les découper en classes et en faire des variables qualitatives, étudiées dans l'AFC. Ceci dans le but d'élaborer une typologie des exploitations à l'intérieur de chaque village. On a cherché à regrouper les exploitations ayant des caractéristiques communes en terme de structure. Cette typologie servira de base d'échantillonnage puisqu'elle permet de garder toute la diversité des structures d'exploitations. Plusieurs analyses ont été menées afin d'affiner les résultats de l'ACP sur les trois villages confondus.

Une première analyse en composante principale porte sur les 28 variables et 164 individus. Les individus du village de Kanian (zone de San-Tominian ; nord ; 600 à 800 mm) ont un code

commençant par 1 ; ceux de Kaniko (zone de Koutiala ; centre ; 800 à 1000 mm) ont un code commençant par 2 ; le code des exploitations de Siramana (zone de Sikasso ; sud ; >1 000 mm) débute par 3.

Une première ACP fait ressortir 3 exploitations (101, 301 et 322) ayant comme caractéristiques communes une grande superficie cultivée, un cheptel important et une population élevée au sein de l'exploitation.

Une nouvelle ACP sans ces trois exploitation a alors été réalisée. Il en ressort une distinction nette entre les trois villages (cf annexe 3). On retrouve ainsi le découpage en trois zones proposé par le projet. Il paraît donc plus pertinent d'analyser ces variables village par village.

L'objectif de cette analyse de variables est de mettre en évidence les variables structurelles qui sont corrélées entre elles afin de réduire le nombre de variables qui seront utilisées dans la suite de l'étude.

Le tableau ci-dessous est un récapitulatif des variables analysées.

Tableau 7 : Liste des variables de l'enquête structurelle

Nom de la variable	Identifiant	Remarques
Age du chef d'exploitation	AGE	
Nombre de personnes de l'UP	POP	
Nombre d'actifs	ACT	
Nombre de ménages	MEN	
Nombre d'alphabétisés	ALP	
Nombre de charrues	CHA	
Nombre de multiculteur	MUL	
Nombre de semoirs	SEM	
Nombre de charrettes	CHT	
Nombre de tracteurs	TRA	Nulle à Kanian
Autres matériels	MAT	
Bœufs de labour	Blab	
Anes et chevaux de labour	Dlab	
Bovins	BOV	
Ovins	OV	
Caprins	CAP	
Volailles	VOL	
Porcins	POR	Nulle à Siramana
Surface en maïs	MAI	
Surface en sorgho	SOR	
Surface en mil	MIL	
Surface en riz	RIZ	Nulle à Kanian
Surface en fonio	FON	
Surface en coton	COT	Nulle à Kanian
Surface en arachide	ARA	
Surface en niébé	NIE	
Cultures diverses	DIV	
Surface totale cultivée	TOT	

Après cette analyse des variables, une analyse factorielle de correspondance a été réalisée dans le but d'établir une typologie des exploitations. Cette typologie permettra de conserver toute la diversité des structures d'exploitations dans l'échantillon.



## 2-2-B) Echantillonnage

L'échantillon a donc été réalisé à partir de la typologie. Le nombre d'exploitations retenues dans chaque groupe correspond à plus de 50 % des exploitations du groupe initial.

Dans chaque groupe, les exploitations ont été ordonnées dans un ordre décroissant de représentativité. Ainsi, si l'une d'entre elle ne peut pas être enquêtée, elle sera remplacée par l'exploitation qui suit la dernière sélectionnée pour l'échantillon.

## 2-3) Troisième phase : Enquête fonctionnelle

Une fois les groupes d'exploitations et l'échantillon établis et caractérisés, une deuxième enquête sur le fonctionnement de l'exploitation a été élaborée pour savoir s'il y a eu une pénétration du maïs dans l'assolement et pourquoi elle a eu lieu.

Le principal objectif de cette enquête est le calcul d'une marge brute pour chaque parcelle et dans chaque village. Elle nous permettra d'identifier des éléments explicatifs du coût d'opportunité et du choix de cultiver du maïs. La marge brute sera calculée à partir d'un prix de vente moyen du maïs et du sorgho, des rendements réalisés sur la parcelle et du coût de la main d'œuvre et des intrants sur cette parcelle. Ceci pour vérifier l'hypothèse de paramètres économiques qui expliqueraient le changement dans l'assolement.

### 2-3-A) Les deux niveaux de l'enquête : l'exploitation et la parcelle.

L'enquête porte sur deux niveaux : celui de l'exploitation et celui de la parcelle. Le niveau de l'exploitation, plus général, permet de comprendre l'évolution de l'assolement depuis une vingtaine d'année, les raisons de l'adoption du maïs et les revenus provenant de la vente du maïs et celle du sorgho quand elle a lieu.

A l'échelle de la parcelle, on a cherché à déterminer le coût de production des cultures de maïs et de sorgho. Le questionnaire porte sur deux types de thèmes : le précédent cultural et la fertilité du sol sur cette parcelle, et le coût de production de la culture. Il est important de relever les éléments de fertilité et de précédent cultural : en effet, le précédent cultural aura un effet sur la fertilité du sol puisqu'il aura été fertilisé ou non. Le coton et le maïs sont des cultures bénéficiant d'intrants. Si l'une de ces culture est le précédent, alors le sol aura été fertilisé et la culture en cours bénéficiera de l'arrière-effet de l'intrant. Cela aura une influence sur le besoin et la quantité d'intrant versée sur la culture en cours et aura donc un impact sur le coût de production.

### 2-3-B) Les raisons de l'évolution de la culture du maïs et du sorgho.

Afin de déterminer les raisons de l'évolution de la culture du sorgho et du maïs, nous avons choisi de poser des questions à la fois ouvertes et fermées : les questions fermées permettent d'aider le paysan dans sa réflexion, et les questions ouvertes permettent aux paysans d'apporter des éléments que nous n'aurions pas envisagés. Pour les raisons expliquant la diminution ou le maintien des surfaces cultivées en sorgho, les questions étaient ouvertes, alors que des questions à la fois ouvertes et fermées ont été posées pour connaître les raisons de l'adoption du maïs.

### 2-3-C) Les informations utiles pour le calcul du coût de production.

Pour définir le coût de production de la culture, tout l'itinéraire technique a été détaillé : nombre d'enfants, de femmes et d'hommes ayant travaillé sur cette parcelle à chaque étape de l'itinéraire technique et le nombre de jours passés par chaque individu. Afin de quantifier ce coût, nous avons estimé que le coût du travail familial équivalait au coût du travail d'un manœuvre. Nous avons donc appliqué au travail familial le salaire d'un manœuvre, bien qu'il y ait une différence de coût entre ces deux types de travaux. Mais ceci a été fait dans un souci d'évaluation du coût d'opportunité.

**PARTIE III :**  
**LES RESULTATS**

### III -1) RESULTAT 1 : VALIDATION DU CHOIX DES VILLAGES

Le premier résultat du travail est la validation du choix des villages par les organisations paysannes (OP).

Nous étions partis d'une analyse de variance sur dix variables : la surface cultivée totale, la population totale, le nombre d'actifs dans l'exploitation, la superficie en maïs, la superficie en sorgho, le ratio superficie de maïs sur superficie totale, le ratio superficie de sorgho sur superficie totale, le ratio mil et sorgho sur superficie totale, le ratio superficie de maïs sur superficie de sorgho et le ratio superficie de maïs sur superficie de mil et sorgho.

Trois principaux résultats ressortent de cette analyse :

#### 1-1) Diversité des surfaces cultivées totale mais pas des superficies par actif :

L'analyse des variables concernant la superficie totale cultivée et la superficie totale cultivée par actif confirme le choix des villages par les OP : le fait que chaque village se trouve dans un sous-ensemble différent pour la superficie totale, montre bien qu'ils sont différents, et l'on peut donc admettre que le découpage du Mali-sud en trois zones par le projet est justifié.

Tableau 8 : Moyenne des superficies totales, de la population de l'Up et de la superficie totale par actif travaillant dans chaque village

Village	Effectif	Superficie totale* (ha)			Population de l'UP*		Superficie par actif*(ha)
		1	2	3	1	2	
<b>Kanian</b> (nord; 600 à 800 mm)	34	7,55**			15,24**		0,53**
<b>Kaniko</b> (centre;700 à 900 mm)	91		13,75**		18,37**		0,86**
<b>Siramana</b> (sud; + 1 000 mm)	39			19,84**		33,13**	1,51**

\* Sous-ensemble homogène pour alpha = 0,5

\*\* moyenne des groupes des sous-ensembles homogènes

Malgré une surface totale cultivée qui augmente du nord au sud, la surface par actif n'est pas significativement différente, excepté pour Kanian et Siramana (la superficie par actif à Siramana est environ 3 fois celle de Kanian). En effet, les exploitations du sud comptent plus d'individus qu'au nord.

1-2) Diversité des surfaces cultivées en maïs mais pas en sorgho :

Tableau 9 : Moyenne des superficie en maïs et en sorgho dans chaque village

Village	Effectif	Surface en maïs* (ha)			Surface en sorgho* (ha)
		1	2	3	1
<b>Kanian</b> (nord; 600 à 800 mm)	34	0,22**			1,96**
<b>Kaniko</b> (centre;700 à 900 mm)	91		2,05**		2,00**
<b>Siramana</b> (sud; + 1 000 mm)	39			4,82**	2,64**

\* Sous-ensemble homogène pour alpha = 0,5

\*\* moyenne des groupes des sous-ensembles homogènes

Tableau 10 : Moyenne des ratios maïs/superficie totale et sorgho/superficie totale dans chaque village

Village	Effectif	Ratio maïs/sup.totale* (%)			Ratio sorgho/sup.totale*		
		1	2	3	1	2	3
<b>Kanian</b> (nord; 600 à 800 mm)	34	3**			24**		
<b>Kaniko</b> (centre;700 à 900 mm)	91		15**			18**	
<b>Siramana</b> (sud; + 1 000 mm)	39			23**			13**

\* Sous-ensemble homogène pour alpha = 0,5

\*\* moyenne des groupes des sous-ensembles homogènes

La surface cultivée par exploitation en maïs augmente fortement du nord au sud alors que la surface cultivée en sorgho ne varie pas de façon significative (tab 9). Les surfaces en maïs par village sont bien distinctes selon le gradient pluviométrique. En revanche, les surfaces en sorgho ne varient pas en fonction du village, et donc du niveau des pluies.

Néanmoins, rapporté à la surface totale cultivée dans l'exploitation (tab 10), on note une évolution opposée entre le maïs et le sorgho suivant un axe nord/sud avec une progression du maïs et une diminution du sorgho. En d'autres termes, la part du maïs augmente vers le sud alors que celle du sorgho diminue. La pénétration du maïs est donc plus importante dans le sud que dans le nord. Ceci s'explique par le fait que le maïs est une culture plus risquée que celle du sorgho, le risque étant un défaut de pluie vers août et septembre. Or ce risque est d'autant plus élevé que l'on se trouve au nord de la zone Mali-sud.

### 1-3) Dominance du maïs dans l'assolement

Tableau 11 : Moyenne du ratio superficie de maïs sur superficie de sorgho

Village	Effectif	Ratio sup.maïs/sup.sorgho*		
		1	2	3
<b>Kanian</b> (nord; 600 à 800 mm)	34	0.12**		
<b>Kaniko</b> (centre;700 à 900 mm)	91		0.97**	
<b>Siramana</b> (sud; + 1 000 mm)	39			2.72**

\* Sous-ensemble homogène pour  $\alpha = 0,5$

\*\* moyenne des groupes des sous-ensembles homogènes

D'après le tableau 11, on remarque une nette dominance du maïs dans l'assolement au sud malgré une surface consacrée au sorgho qui demeure presque constante.

#### Conclusion :

A travers ces trois groupes de variables, on constate qu'il y a une différence entre les trois villages, excepté pour la surface cultivée en sorgho et les surfaces par actifs. On remarque également la dominance du maïs sur le sorgho dans l'assolement au sud.

Les villages choisis par les OP sont donc bien représentatifs du découpage en trois zones par le projet.

### III-2 ) RESULTATS 2 : TYPOLOGIE DES EXPLOITATIONS ET ECHANTILLONNAGE

L'analyse factorielle de correspondance principale a conduit à une typologie des exploitations par village. Ces derniers seront analysés successivement.

#### 2-1) Village de Kanian (nord de la zone, pluviométrie comprise entre 600 et 800 mm) :

2-1-A ) Analyse des variables :

A Kanian, les variables nombre de tracteur, surface en riz et surface en coton sont nulles<sup>14</sup>. Elles seront donc retirées de l'analyse.

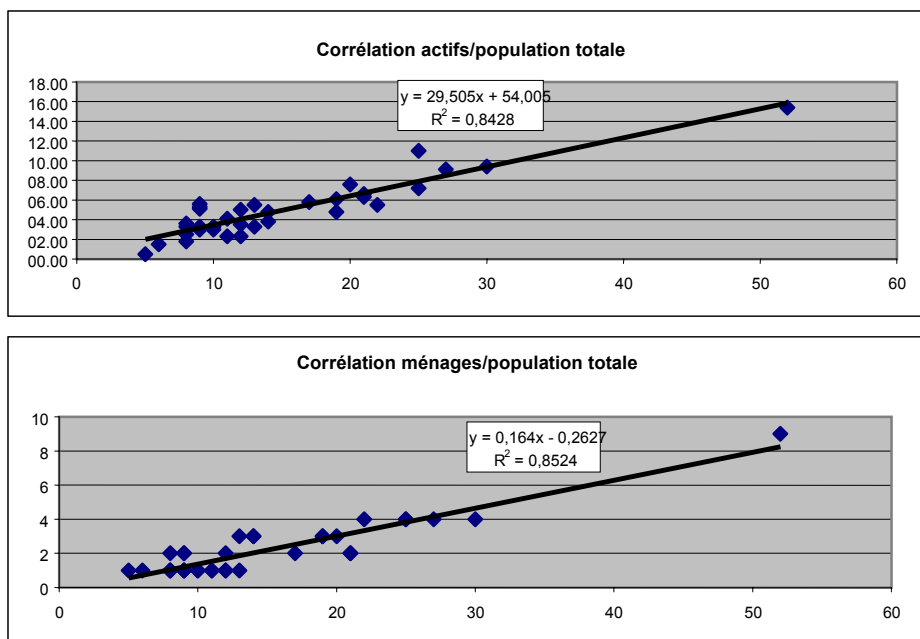
Population :

Tableau 12 : Variable population à Kanian

	AGE	POP	ACT	MEN	ALP
Moyenne	58,76	15,24	5,04	2,24	3,35
Min	27	5	0.50	1	0
Max	93	52	15,40	9	19
Ecart type	16,75	9,20	2,95	1,63	4,31
Variance	280,43	84,67	8,75	2,67	18,54
coeff-variation	28,50%	60,40%	58,73%	73,10%	128,41%

<sup>14</sup> A Kanian, il n'y a pas de culture de riz ni de coton ; le maïs est une culture de case pour la consommation personnelle

Figure 1 et 2 : Relation entre les variables « actifs » et « population totale » et « ménages » et « population totale » à Kanian



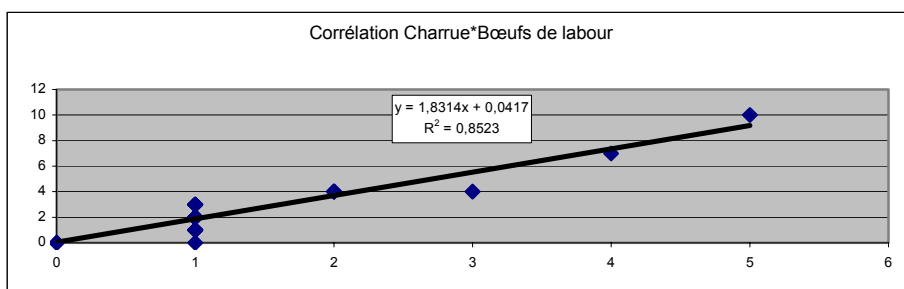
On observe une large étendue de la variable âge : le plus jeune chef d'exploitation est âgé de 27 ans, alors que le plus âgé a 93 ans.

Le nombre d'individus dans une unité de production (UP) est fortement corrélé au nombre d'actifs ( $R^2 = 0.84$ ) et au nombre de ménages ( $R^2 = 0.85$ ). En revanche, le pourcentage d'alphabétisés n'est pas lié au nombre d'individus ( $R^2 = 0.11$ ).

Il est nécessaire de garder dans l'analyse les variables AGE (âge du chef d'exploitation), POP (nombre de personnes dans l'UP) et ALP (nombre d'alphabétisés). Ces variables vont être découpées en 4 classes suivant la dispersion des individus. Pour cela, la variable nombre d'alphabétisés est transformée en pourcentage d'alphabétisés dans la population totale.

#### Equipement :

Figure 3 : Relation entre les variables « charrue » et « bœufs de labour » à Kanian





Les seules variables corrélées dans ce groupe de variables sont le nombre de charrues et le nombre de bœufs de labour ( $R^2 = 0.85$ ). Cela suppose qu'une fois l'exploitation équipée d'une unité d'attelage, l'acquisition de matériel ne suit pas d'ordre précis. Nous avons donc élaboré une variable secondaire à partir du nombre de charrues, du nombre de bœufs de labour et du total des autres matériels, que nous avons découpé en 4 classes :

4 : plusieurs unités d'attelage complètes ;

3 : une unité d'attelage complète ;

2 : une unité d'attelage incomplète ;

1 : entièrement manuelle.

#### Elevage :

Le nombre d'individus de chaque variable caractérisant l'élevage (bovins, porcins, ovins, volailles) a été converti en Unité de Bétail Tropical (UBT)<sup>15</sup>. Cela permet d'harmoniser les poids des animaux en fonction de leurs besoins nutritionnels. Cette variable a été divisée en 5 classes (tab 13) selon la dispersion des individus, en considérant qu'à partir de 35 UBT, une exploitation a une orientation marqué vers l'élevage.

#### Cultures :

Les variables mil et sorgho ne sont pas bien corrélées entre elle ( $R^2 = 0,56$ ), ce qui montre que les paysans suivent des stratégies différentes sur ces deux cultures. En revanche, contrairement au maïs qui n'est pas corrélé à la surface totale ( $R^2 = 0,15$ ), le mil et le sorgho le sont ( $R^2 = 0,78$  pour le mil et  $R^2 = 0,86$  pour le sorgho). L'assolement est donc principalement déterminé par le mil et le sorgho.

Les autres cultures étant secondaires dans notre optique d'étude sur la biodiversité du sorgho, nous les avons regroupées dans une variable DIV (cultures diverses). Tout comme pour les autres variables, ces variables vont subir un découpage en classes (3 pour le maïs et 4 pour les autres cultures).

---

<sup>15</sup> L'UBT est un coefficient d'équivalence entre les espèces animales pour pondérer leurs besoins alimentaires sur la base d'un animal de référence qui est un bovin de 250 kg. Une UBT correspond alors à : 1 cheval, 1,5 bovin, 2 ânes, 10 ovins et 12 caprins.

Tableau 13 : Caractéristiques des classes des variables retenues pour l'AFC

Variabiles	0	1	2	3	4
AGEc		<35 ans	35 à <60ans	60 à 75 ans	>75ans
POPc		de 1 à 10	De 11 à 20	de 21 à 40	>40
ALPc		de 0 à 25%	De 26 à 50%	de 51 à 75%	>75%
EQUc		manuelle	<1 U	1 U compl.	>1 U compl.
UBTc	De 0 à 5	de >5 à 15	De >15 à 25	de >25 à 35	>35 UBT
TOTc		de >0 à 5	De >5 à 10	de >10 à 20	>20 ha
MAIc		0 ha	0<MAI<0,5	>ou= 0,5 ha	
SORc		de 0 à 1 ha	De >1 à 2 ha	de >2 à 3 ha	>3 ha
MILc		de 0 à 1 ha	De >1 à 2 ha	de >2 à 3 ha	>3 ha
DIVc		<2 ha	De 2 à <4 ha	de 4 à 6,5 ha	>6,5 ha

L'indice « c » à droite des variables (VARc) indique que la variable a été découpée en classes.

#### 2-1-B) Typologie des exploitations et échantillon retenu :

Dans ce village, nous retenons 10 variables ordinales obtenues à partir d'un découpage en classes raisonné (tab 13). Le nombre de classe retenu (de 4 à 5 suivant les variables) étant trop faible pour les apparenter à des variables quantitatives, elles seront considérées comme des variables qualitatives, que nous traiterons dans une AFC.

La figure 4 (annexe 4) présente les résultats de l'AFC sur les 34 exploitations (individus) et les 10 variables découpées en classes.

L'importance de l'élevage dans les UP est corrélé positivement à l'axe 1 et l'axe 2 et oppose les variables de « population ». En effet, l'âge du chef d'UP et le nombre total d'individus de l'exploitation sont corrélés positivement à l'axe 2 et s'opposent au pourcentage d'alphabétisés (corrélation négative sur l'axe). Nous avons donc une opposition entre les UP avec « un jeune chef d'exploitation, peu d'individus et un fort pourcentage d'alphabétisés » et les UP avec « un chef d'exploitation âgé, beaucoup d'individus et un faible taux d'alphabétisés ».

Les autres variables décrivent peu les axes et ne serviront donc que faiblement à constituer des groupes d'UP.

L'analyse de la dispersion des individus met en évidence 4 groupes :

- l'axe 1 (lié à l'élevage, UBTc) oppose un premier groupe d'UP (groupe I) aux trois autres, il s'agit des 7 exploitations de Kanian qui pratiquent l'élevage à des degrés divers (seules les UP 101 et 124 possèdent un cheptel important). Nous avons échantillonné 4 exploitations sur 7 (annexe 4, tab 14) ;
- l'axe 2 discrimine les exploitations qui ne font pas d'élevage en trois groupes (II, III, et IV) : le groupe II rassemble les chefs d'exploitations âgés, un nombre d'individus important dans l'UP mais un taux d'alphabétisation très faible. Nous avons retenu 3 exploitations sur 6 (annexe 4, tab14). Les groupes III et IV possèdent de jeunes chefs d'exploitation et une main d'œuvre réduite mais s'opposent quant au taux d'alphabétisation (faible pour le groupe III et élevé pour le groupe IV). 8 exploitations sur 15 ont été choisies dans le groupe III et 3 sur 6 dans le groupe IV (annexe 4, tab 14).

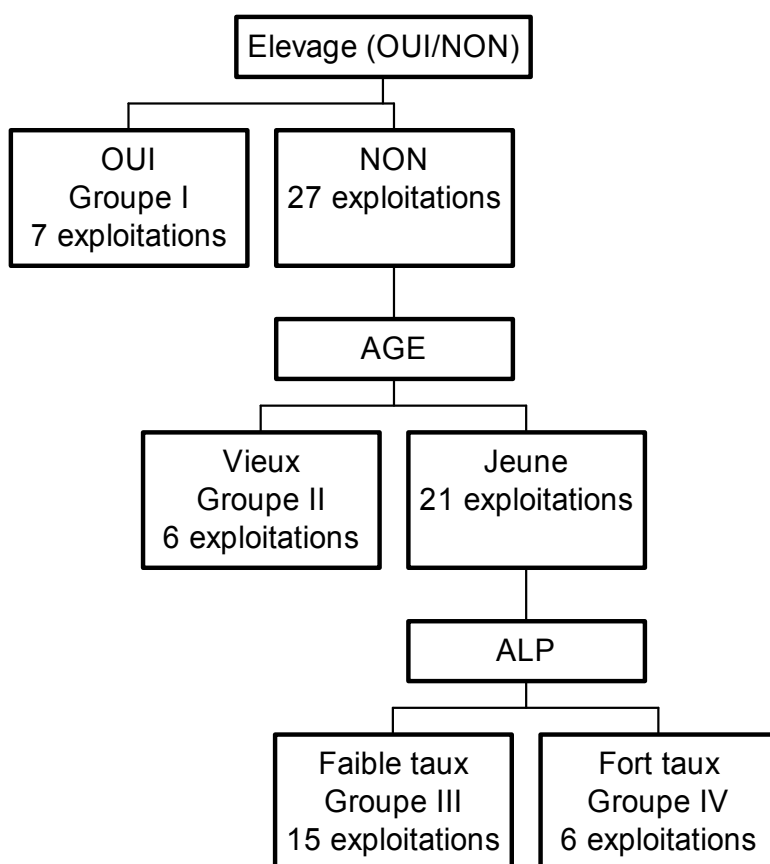


Figure 5 : Organigramme de l'élaboration de la typologie à Kanian (zone de San)

**2-2) Village de Kaniko (centre de la zone ; pluviométrie comprise entre 800 et 1000 mm) :**

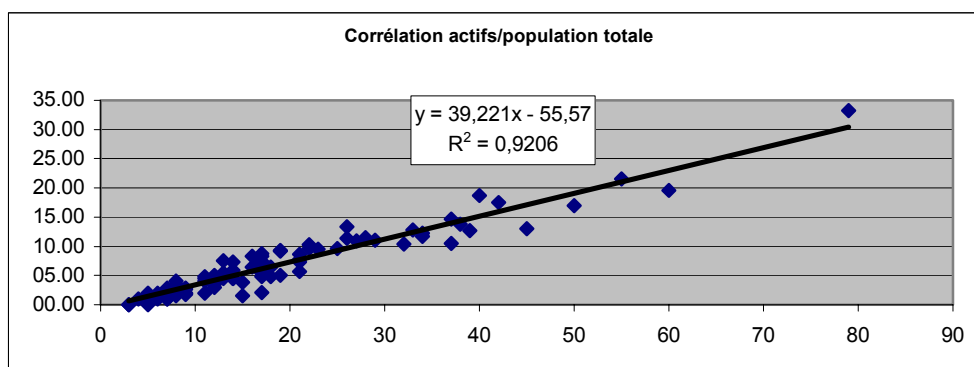
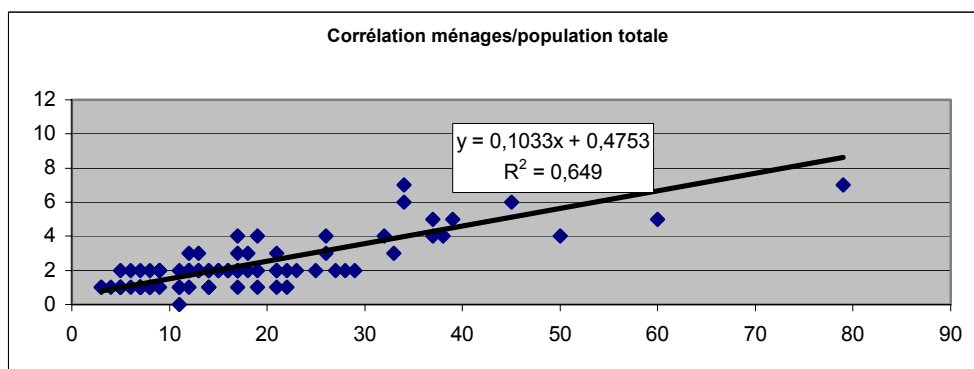
2-2-A) Analyse des variables

Population :

Tableau 15 : Variables de population à Kaniko

	AGE	POP	ACT	MEN	ALP
Moyenne	52,84	18,37	6,65	2,37	3,20
Min	25	3	0	0	0
Max	90	79	33	10	23
Ecartype	13,27	13,73	5,61	1,76	3,51
Variance	175,98	188,66	31,52	3,10	12,29
coeff-variation	25,11%	74,76%	84,42%	74,22%	109,65%

Figure 6 et 7 : Relation entre les variables « ménages » et « population totale » et « actifs » et « population totale » à Kaniko



On observe une large étendue de la variable âge : le plus jeune chef d'exploitation est âgé de 25 ans, alors que le plus âgé a 90 ans.

Le nombre d'individus par exploitation est bien corrélé avec le nombre de ménages ( $R^2=0,65$ ), et le nombre d'actifs ( $R^2 = 0,92$ ). En revanche, le nombre d'alphabétisés est peu corrélé à la population totale de l'exploitation ( $R^2 = 0,39$ ). Lors d'une première AFC, cette variable masquait l'éclatement des individus sur le graphique par la variable maïs. Nous avons donc jugé nécessaire de la retirer de l'analyse, tout en gardant à l'esprit cette variable dans l'analyse des individus.

La population des exploitations de Kaniko peut donc être caractérisées par les variables POP et AGE.

### Equipement :

Contrairement au village de Kanian, les variables charrues et bœufs de labour ne sont pas bien corrélées ( $R^2 = 0,58$ ). Il en va de même pour les autres variables d'équipement qui n'ont pas de lien. Il est donc nécessaire de garder toutes ces variables et de les regrouper dans une variables secondaire que nous avons coupé en 5 classes :

5 : plusieurs unités d'attelage complètes et tracteur.

4 : plusieurs unités d'attelage complètes ;

3 : une unité d'attelage complète ;

2 : une unité d'attelage incomplète ;

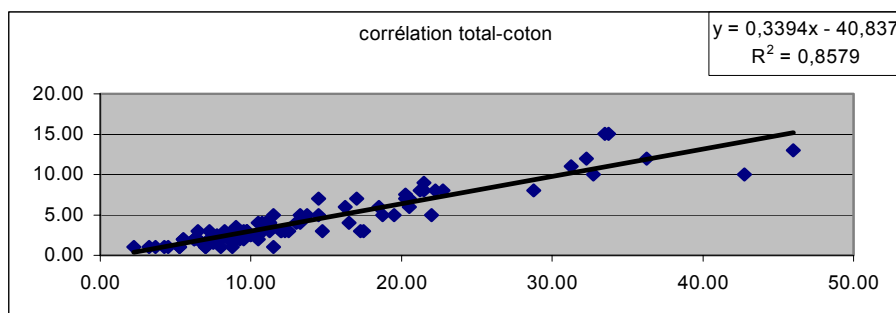
1 : entièrement manuelle.

### Elevage :

Tout comme à Kanian, nous avons convertis le nombre d'individu de chaque espèce animale en UBT. 4 classes ont été retenues (tab 16).

Cultures :

Figure 8 : Relation entre les variables « superficie totale » et « surface en coton » à Kaniko



La surface en coton est bien corrélée à la surface totale ( $R^2 = 0,92$ ). Cela signifie que la part du coton dans l'assolement qui varie entre 25 et 40 % est relativement constante. La corrélation entre le maïs et la surface totale est assez bonne ( $R^2 = 0,71$ ), mais la dispersion des individus fait apparaître des résidus importants. Le mil et le sorgho sont corrélés à la surface totale ( $R^2=0,75$ ) : leur présence dans l'assolement influe alors la surface cultivée. Ces deux variables seront donc conservées dans l'AFC.

Les autres cultures étant secondaires pour notre analyses, nous les avons réunies dans une variable DIV (cultures diverses). Cette variable étant relativement bien corrélée à la surface totale ( $R^2=0,52$ ), elle sera retirée de l'analyse. Les variables retenues pour l'AFC sont : TOT (surface cultivée totale), MAI (surface de maïs), MIL (surface de mil) et SOR (surface de sorgho). Ces variables ont également été découpées en classes (tab 16).

Tableau 16. Caractéristiques des classes des variables retenues pour l'AFC à Kaniko

Variabes	0	1	2	3	4	5
AGEc		<40 ans	>40 à 50 ans	>50 à 65 ans	>65ans	
POPc		de 1 à 10	10< POP<25	de 25 à 40	>40	
EQUc		manuelle	<1 U	1 U compl.	>1 U compl.	4 + Tracteur
UBTc		<10 UBT	de 10 à 20	de >20 à 35	>35 UBT	
TOTc		de 1 à 10 ha	de >10 à 15	de >15 à 25	>25 ha	
MAIc	de 0 à 1 ha	1<MAI<2,5	de 2,5 à < 5	>ou= 5 ha		
SORc		<2 ha	de 2 à 3,5 ha	de 3,5 à 5 ha	de >5 à 10	>10 ha
MILc		<2 ha	de 2 à <4 ha	de 4 à <6 ha	de 6 à 10 ha	>10 ha

L'indice « c » à droite des variables (VARc) indique que la variable a été découpée en classes.

## 2-2-B) Typologie des exploitations et échantillon retenu :

Dans ce village, nous retenons 8 variables ordinales obtenues à partir d'un découpage en classes raisonné (tab 16). Le nombre de classes retenu (de 4 à 5 suivant les variables) étant trop faible pour les apparenter à des variables quantitatives, elles seront considérées comme des variables qualitatives, que nous traiterons dans une AFC.

La figure 9 (annexe 5) présente les résultats de l'AFC sur les 91 exploitations (individus) et les 8 variables découpées en classes.

La culture du maïs est en voie d'introduction dans les assolements. C'est pourquoi elle est actuellement très discriminante entre les UP. Pour l'AFC, cette variable (MAIc) est fortement corrélée avec l'axe 1 (négativement) et avec l'axe 2 (positivement). Elle met en évidence trois groupes d'exploitations selon les surfaces emblavées en maïs en 2002.

L'axe 2 est ensuite décrit par la variable AGEc (corrélation positive). Sur cet axe 2, la variable AGEc s'oppose aux variables MILc et SORc.

Les autres variables décrivent peu les axes et ne serviront donc que faiblement à constituer des groupes d'UP.

L'analyse de la dispersion des individus met en évidence 3 groupes qui se subdivisent chacun en deux :

- la culture du maïs met en évidence trois groupes d'exploitations selon la surface dans l'assolement : le groupe I : [ $>$  ou  $=$  à 2,5ha ] ; groupe II : [ $1 < \text{MAI} < 2,5$  ha] ; et groupe III : [ $<$  ou  $=$  à 1 ha].
- Ensuite, à l'intérieur de chacun de ces trois groupes, nous observons une opposition entre les exploitations avec « un chef d'UP âgé et des surfaces en mil-sorgho réduites » et les exploitations avec « un jeune chef d'UP et des surfaces en mil-sorgho importantes ».

Nous pouvons donc distinguer 3 groupes avec chacun 2 sous-groupes (annexe 5, tab 17) :

I1 : Surfaces en maïs importantes avec un chef d'exploitation âgé et des surfaces en mil-sorgho moyenne. Ce groupe comprend 11 exploitations dont 4 retenues pour l'échantillon.

I2 : Surfaces en maïs importantes avec un chef d'exploitation d'âge moyen et des surfaces en mil sorgho très importantes. Dans ce groupe, 4 exploitations sur 9 ont été choisies pour notre échantillon.

III1 : Surfaces en maïs moyennes avec un chef d'exploitation âgé et des surfaces en mil sorgho réduites. Dans ce groupe, 6 exploitations parmi 16 ressortent pour l'échantillon.

II2 : Surfaces en maïs moyennes avec un jeune chef d'exploitation et des surfaces en mil-sorgho moyennes. 7 exploitations sur 20 ont été choisies.

III1 : surfaces en maïs faibles à nulles avec un chef d'exploitation d'âge moyen et des surfaces en mil-sorgho très réduites. Ce groupe contient 8 exploitations dont 3 retenues pour l'échantillon.

III2 : Surfaces en maïs faibles à nulles avec un jeune chef d'exploitation et des surfaces en mil-sorgho moyennes. 10 exploitations parmi 27 ont été choisies pour notre échantillon.

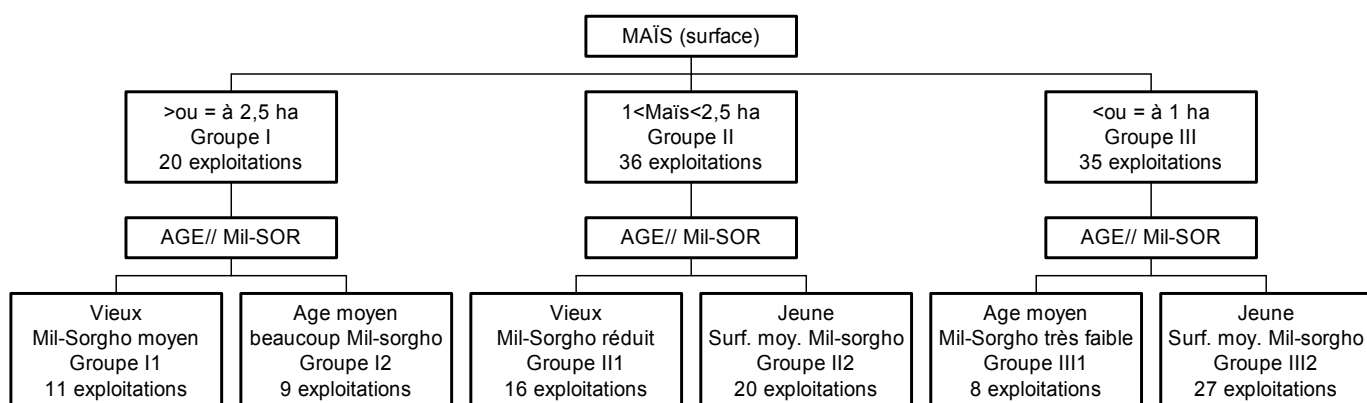


Figure 10 : Organigramme de l'élaboration de la typologie à Kaniko (zone de Koutiala)

### 2-3) Village de Siramana (sud de la zone ; pluviométrie supérieure à 1000 mm) :

#### 2-3-A) Analyse des variables :

A Siramana, la variable porcine est systématiquement nulle. Elle est donc retirée de l'analyse. Il resta donc 27 variables à étudier.

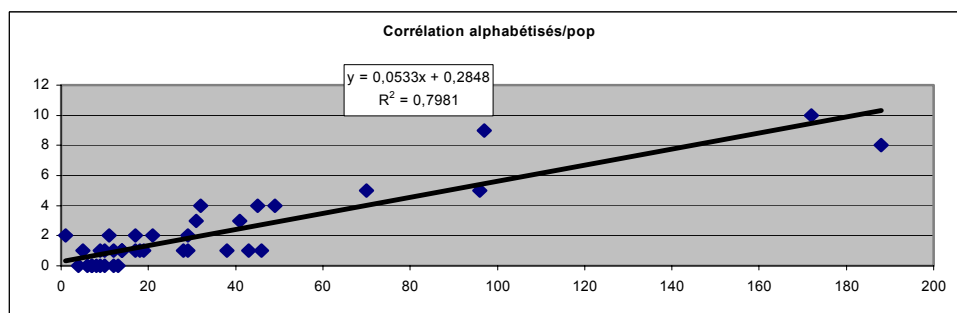
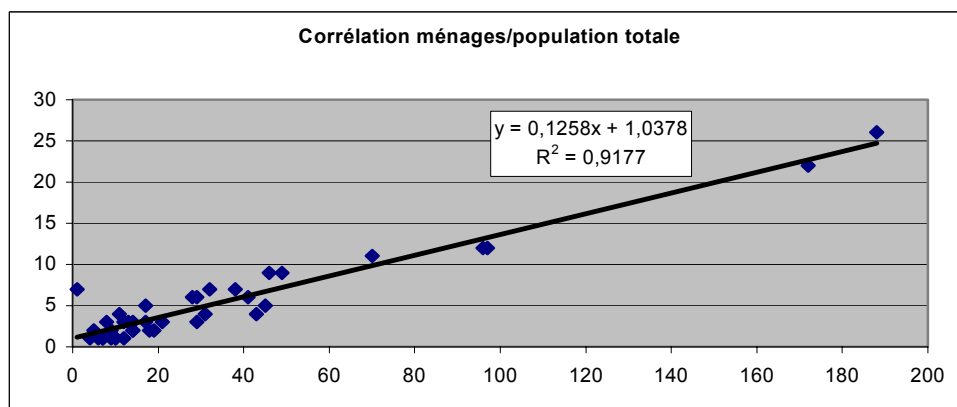
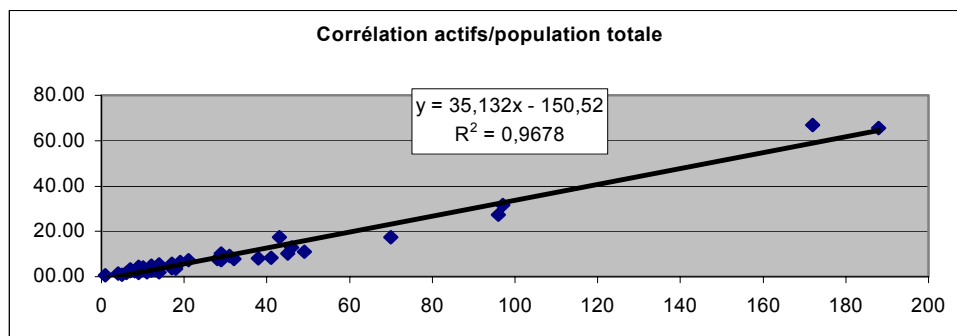
#### Population :

Tableau 18. Variables de population à Siramana

	AGE	POP	ACT	MEN	ALP
Moyenne	60,67	33,13	10,13	5,21	2,05
Min	37	1	0,50	1	0
max	95	188	66,8	26	10
écartype	14,34	41,39	14,78	5,43	2,47
variance	205,75	1712,9	218,44	29,54	6,10
coeff-variation	23,64%	124,93%	145,85%	104,41%	120,43%



Figure 11: Corrélation entre les variables « actifs » et « population totale », « ménages » et « population totale », « alphabétisés » et « population totale » à Siramana



La variable AGE qui varie de 37 ans à 95 ans pour le chef d'UP va être découpée en 4 classes en fonction de la distribution des individus.

Le nombre d'individus d'une UP est fortement corrélé avec le nombre d'actifs ( $R^2=0,97$ ) et avec le nombre de ménages ( $R^2=0,92$ ). Contrairement aux deux précédents villages, le nombre d'alphabétisés est lié à la population totale d'une UP ( $R^2=0,80$ ). Il suffit donc de conserver deux variables (AGE et POP) pour caractériser la structure de la population des exploitations. Un découpage en 4 classes sur la base de la dispersion des individus permet de bien prendre en compte la structure de ces variables (tab 19).

### Equipement :

Tout comme à Kaniko, la variable bœufs de labour est peu corrélée à la variable charrue ( $R^2=0,59$ ). Il n'existe pas non plus de liens entre les autres variables d'équipement. Une variable secondaire a été construite de la même façon qu'à Kaniko et également découpée en 5 classes :

5 : plusieurs unités d'attelage complètes et tracteur.

4 : plusieurs unités d'attelage complètes ;

3 : une unité d'attelage complète ;

2 : une unité d'attelage incomplète ;

1 : entièrement manuelle.

### Elevage :

La logique concernant les variables d'élevage reste identique aux deux autres villages. Les données ont été converties en UBT. Nous avons découpé la variable en 5 classes (tab 19).

### Cultures :

Le maïs et le coton sont très bien corrélés à la surface totale ( $R^2 = 0,94$  pour le maïs et  $R^2 = 0,99$  pour le coton). En revanche, le mil et le sorgho ne le sont pas, ce qui montrent qu'ils suivent des stratégies différentes et qu'ils vont permettre de distinguer les systèmes de culture.

La part du sorgho et du mil dans l'assolement varie selon les exploitations. En effet, pour une surface cultivée moyenne de 20 ha, les surfaces en mil et sorgho varient chacune de 0 à 9 ha. Il y a donc une différence entre une UP qui va semer 2 ha de l'une ou l'autre culture sur une surface totale de 8 ha (soit 25% dans l'assolement) et une UP qui va semer 2 ha sur une surface cultivée totale de 40 ha (soit 5% dans l'assolement). Ceci nous conduit à garder 4 variables : MIL (surface en mil), SOR (surface en sorgho), %MIL (part du mil dans l'assolement) et %SOR (part du sorgho dans l'assolement).

Les autres cultures ne sont pas prises en compte dans l'analyse, puisqu'elles sont secondaires dans notre optique d'étude de la biodiversité du sorgho. Elles sont donc regroupées dans une même variable DIV (cultures diverses). Elle est relativement corrélée à la surface totale et donc retirée de l'analyse.

Les variables retenues pour l'analyse sont donc : TOT (superficie totale cultivée), SOR (surface en sorgho), MIL (surface en mil), %SOR (part du sorgho dans l'assolement) et %MIL (part du mil dans l'assolement).

Tableau 19 : Caractéristiques des classes des variables retenues pour l'AFC à Siramana

Variabiles	0	1	2	3	4	5
AGEc		< ou =45 ans	45<AGE<60ans	60 à <75 ans	> ou =75ans	
POPc		<10	de >=10 à < 25	25<POP<60	> ou =60	
EQUc		manuelle	<1 U	1 U compl.	>1 U compl.	4 + Tracteur
UBTc	de 0 à 1,5	de >1,5 à 15	de >15 à 25	de >25 à 35	>35 UBT	
TOTc	<5 ha	de 5 à <15	de 15 à <30	de 30 à <60	de 60 à <90	>ou =90 ha
%SORc	0%	0<%SOR<10%	de 10 à <20%	>ou= 20%		
SORc	<ou=0,5ha	0,5<SOR<1,5	de 1,5 à <3 ha	de 3 à <6 ha	>ou =6 ha	
MILc	<ou=0,5ha	0,5<SOR<1,5	de 1,5 à <3 ha	de 3 à <6 ha	>ou =6 ha	
%MILc		de 0 à <10%	de 10 à <20%	20 à <30%	> ou = 30%	

L'indice « c » à droite des variables (VARc) indique que la variable a été découpée en classes.

### 2-3-B) Typologie des exploitations :

Dans ce village, nous retenons 8 variables ordinales obtenues à partir d'un découpage en classes raisonné (tab 19). Le nombre de classes retenues (de 4 à 6 suivant les variables) étant trop faible pour les apparenter à des variables quantitatives, elles seront considérées comme des variables qualitatives, que nous traiterons dans une AFC.

La figure 12 (annexe 6) présente les résultats de l'AFC sur les 39 exploitations (individus) et les 9 variables découpées en classes.

L'analyse des variables montre l'importance des variables liées au mil et sorgho dans la dispersion des individus (UP). Nous pouvons voir quatre variables qui s'opposent sur le graphique avec chacune des fortes corrélations aux axes 1 et 2 (tab. 20)

Tableau 20 : Corrélation des principales variables aux axes 1 et 2 de l'AFC de Siramana

	Axe 1	Axe 2
SOR	-	+
%SOR	+	+
%MIL	+	-
MIL	-	-
TOT	-	0
UBT	-	-

L'analyse de la dispersion des individus met en évidence 7 groupes où la surface cultivée totale (très corrélée au coton et au maïs) est la plus discriminante (axe 1) avant d'étudier en détail la stratégie en mil et en sorgho de l'exploitation. L'organigramme de la construction de la typologie permet de bien voir la constitution des groupes d'UP. Le nombre de groupe peut paraître assez élevé, puisque cela réduit leur représentativité. En effet, plus il y a de groupes et moins il y a d'individus qui les composent. Mais nous avons tenu à garder autant de groupe afin de garder toute la diversité des structures d'exploitations dans notre échantillon.

Les 7 groupes sont les suivants (annexe 6, tab 21) :

I : Faibles surfaces cultivées, peu de mil-sorgho mais cela représente un pourcentage élevé dans l'assolement. Dans ce groupe, 3 exploitations sur 5 ont été retenues.

II : Faibles surfaces cultivées, peu ou pas de sorgho, un peu de mil qui représente un pourcentage élevé dans l'assolement. Ce groupe contient 6 exploitations dont 3 ont été choisies pour l'échantillon.

III : Faibles surfaces cultivées, peu ou pas de mil, un peu de sorgho qui représente un pourcentage élevé dans l'assolement. 3 exploitations sur 6 ont été choisies.

IV : Surfaces cultivées moyennes à élevées, avec des superficies en sorgho importantes (ainsi qu'en pourcentage dans l'assolement). 4 exploitations parmi 8 ont été retenues.

V : Surfaces cultivées moyennes à élevées, mais faibles superficies en sorgho (y compris en pourcentage). Parmi les 6 exploitations de ce groupe, 3 ont été choisies pour notre échantillon.

VI : Faibles surfaces cultivées, peu ou pas de mil-sorgho, y compris en pourcentage dans l'assolement. Ce groupe comporte 6 exploitations dont 3 ont été retenues.

VII : Grandes exploitations, main-d'œuvre importante, équipée en tracteurs, élevage développé, surfaces en mil-sorgho importante (mais pas en pourcentage dans l'assolement). Ce groupe n'étant composé que de deux exploitations, elles ont toutes les deux été retenues pour l'échantillon.

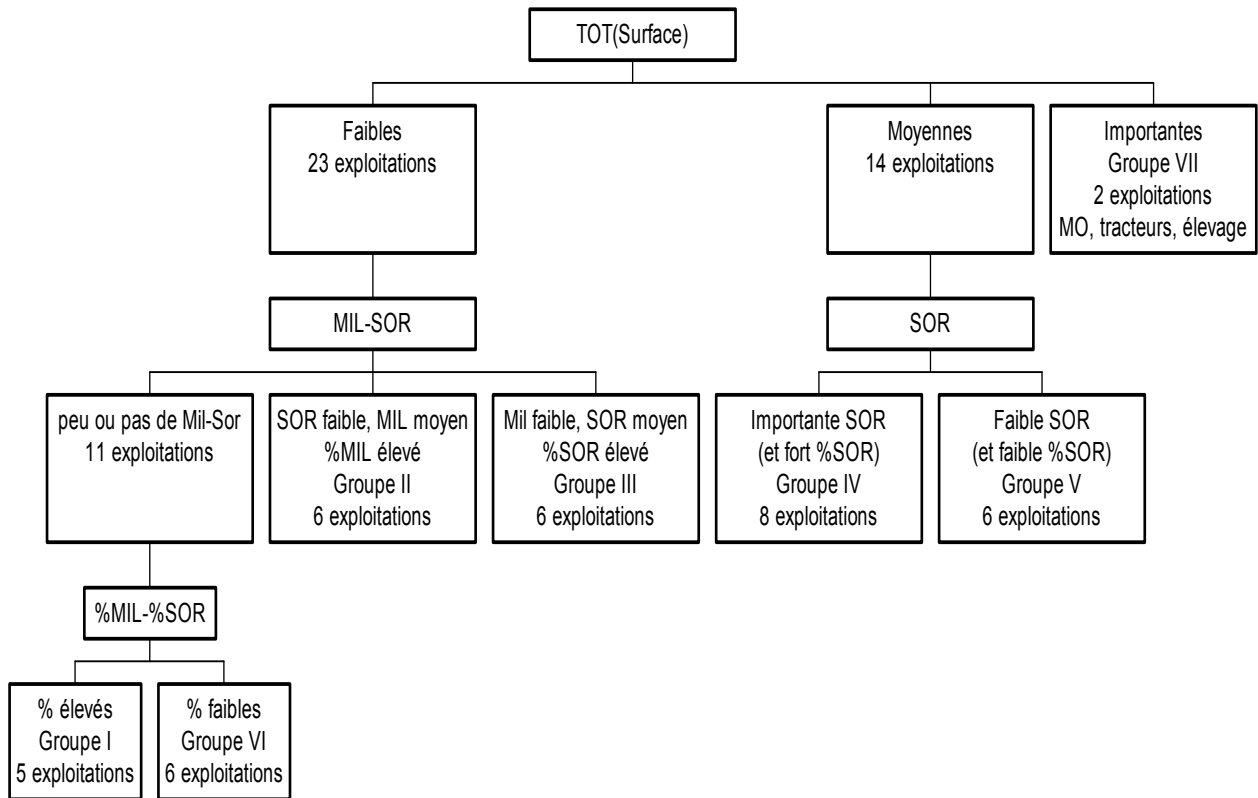


Figure 13 : Organigramme de l'élaboration de la typologie à Siramana (zone de Sikasso)

### III-3) RESULTAT 3 : ENQUETE FONCTIONNELLE

#### 3-1) Les raisons d'adoption du maïs à Kaniko et à siramana

Afin de faire ressortir les principales raisons de l'adoption du maïs, nous avons effectué des calcul de fréquence des réponses sur les raisons données ( plusieurs choix étant possibles). Puis nous avons effectué une ACP pour voir si des groupes d'exploitations adoptant le maïs pour les mêmes raisons se formaient.

##### 3-1-A) Premiers résultats comprenant toutes les raisons d'adoption du maïs

L'analyse porte tout d'abord sur toutes les raisons évoquées pour l'adoption du maïs. Ceci correspond à 11 variables : meilleur prix, besoin monétaire, projet de diffusion, présence du coton, accès aux intrants par le coton, nouvelle défriche, acquisition de matériel, meilleur rendement, précocité/soudure, Sécurité alimentaire, autres. 56 individus (sur une totalité de 60) sont pris en compte dans cette analyse (4 exploitations n'ont pas donné de réponse).

Au regard de la fréquence des réponses données pour chaque variable, beaucoup d'exploitations (environ 50% des exploitations) sont sans opinion sur les variables besoin monétaire, meilleur rendement, précocité/soudure, sécurité alimentaire et autres. Ceci s'explique par le fait que ces variables correspondent à des réponses libres des paysans. En revanche, les autres variables étaient proposées dans le questionnaire et la réponse attendue était oui ou non. Les réponses à ces dernières sont donc plus fréquentes. Les réponses libres n'ont pas été regroupées dans une question à laquelle on attend une réponse oui/non, parce que nous n'avions pas envisagé ce problème du manque d'individu par réponse.

Ne pouvant faire une AFC avec si peu d'individus pour ces variables, nous allons les regrouper en une seule et même variable « autre » .

Les individus sans opinion sur les autres variables ne peuvent également pas être pris en compte dans une AFC et sont donc également retirés.

### 3-1-B) Deuxièmes résultats avec un regroupement de certaines raisons d'adoption du maïs

Une deuxième analyse a été réalisée à partir de 7 variables : les mêmes que celles de l'analyse précédente, avec besoin monétaire, meilleur rendement, précocité/soudure, sécurité alimentaire regroupées dans la variable autre.

39 individus.

17% des exploitation sont toujours sans opinion dans la variable « autre ». Il n'est donc pas intéressant pour l'analyse de garder cette variable.

On remarque également que 97,44% des exploitations ont adopté le maïs parce qu'elles cultivaient du coton et parce qu'elles avaient accès aux intrants (par la culture du coton). Ces deux variables sont donc les principales raisons données par les paysans pour expliquer l'adoption du maïs.

Ceci est vérifié par une AFC :

Cette analyse comporte les variables citées ci-dessus. Nous les avons doublées : par exemple, il y a deux variables pour la raison présence de coton : « présence de coton oui » (c'est parce que l'exploitant cultive du coton qu'il a adopté la culture du maïs) et « présence coton non » (ce n'est pas parce que l'exploitant cultive du coton qu'il a adopté la culture du maïs).

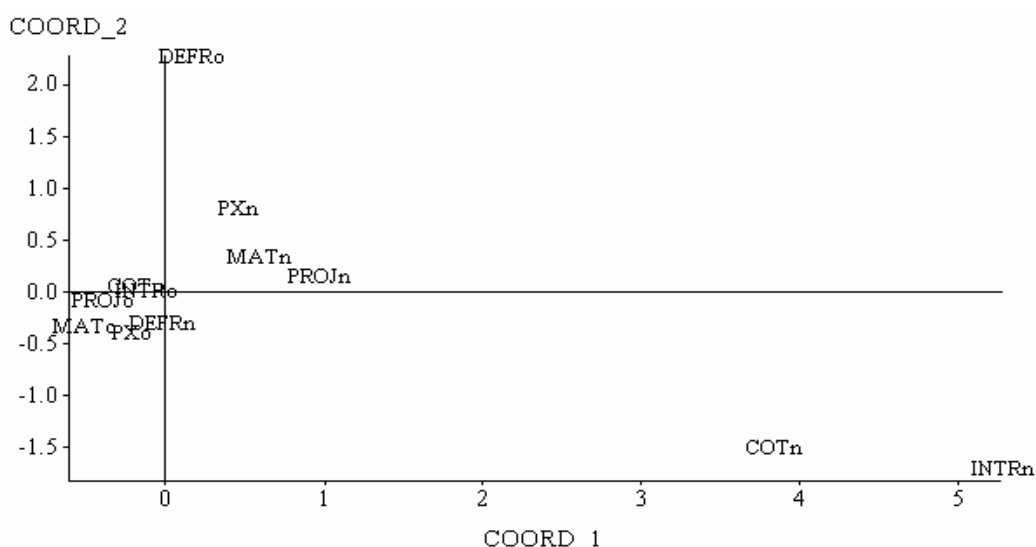
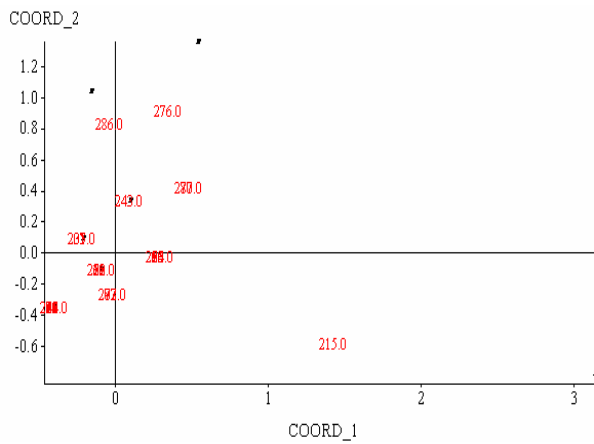
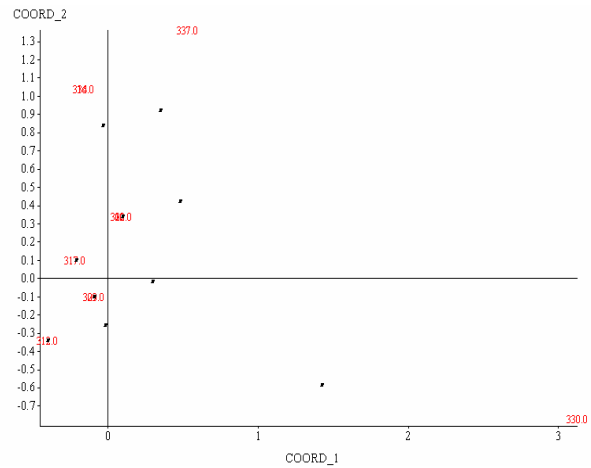


Figure 14 : Graphique des raisons d'adoption du maïs 1



Graphiques des individus à Kaniko

Figure 15



Graphique des individus à Siramana

Figure 16

Les variables «coton non » (la présence de coton n'est pas une raison d'adoption) et « accès aux intrants non » (l'accès aux intrants n'est pas une raison d'adoption) déterminent fortement l'axe 2. Or tous les individus prennent de très faibles valeurs sur ces deux variables puisqu'ils sont situés à l'opposé dans le graphique. En d'autres termes, la présence du coton et l'accès aux intrants sont bien les deux principales raisons de l'adoption du maïs.

Il serait donc intéressant de faire une AFC en retirant ces variables.



3-1-C) Troisièmes résultats sans les raisons autres, coton et accès aux intrants :

Ces derniers résultats ont été obtenus à partir d'une analyse sur 4 variables (meilleur prix, projet de diffusion du maïs, nouvelle défriche acquisition de matériel) et 45 individus (les exploitations sans opinion ont été retirées).

Figure 17 : Graphique des raisons d'adoption du maïs 2 :

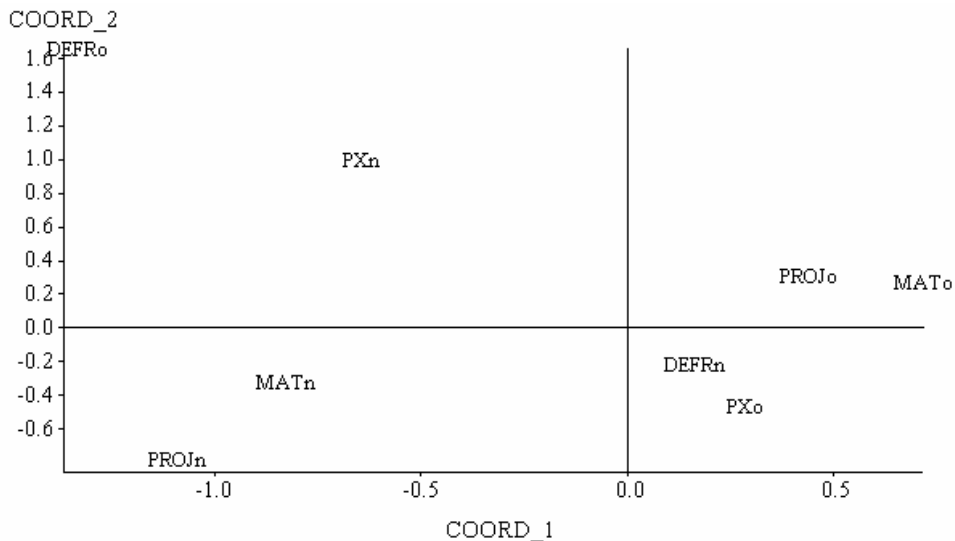
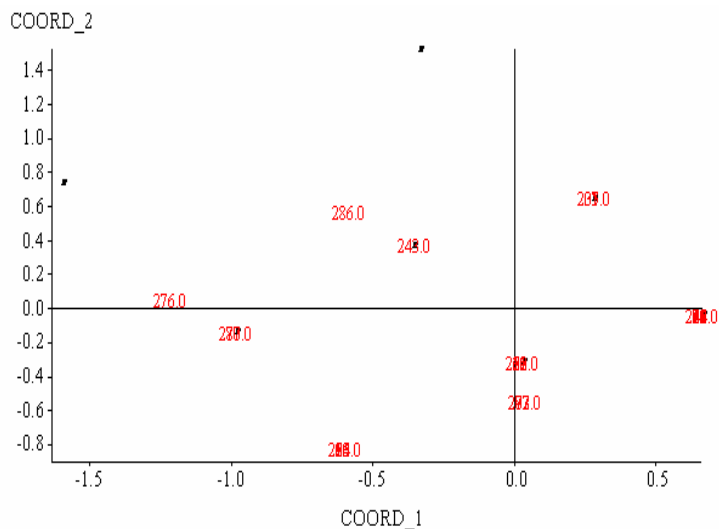
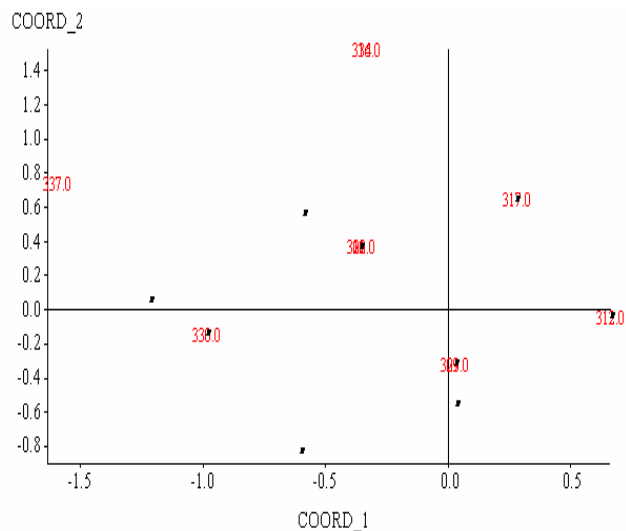


Figure 18 : Graphique des individus à Kaniko et à Siramana

Graphiques des individus Siramana :

Graphique des individus Kaniko :



L'intérêt de faire une AFC avec ces variables et ces individus est de repérer des groupes ayant adopté le maïs pour des raisons identiques.

Or, on remarque tout d'abord que les individus sont assez dispersés. De plus, il n'y a pas de différence dans les raisons de l'adoption du maïs entre les deux villages : les individus se superposent sur le graphique.

### **Conclusion :**

Les principales raisons expliquant l'adoption du maïs sont la culture du coton dans l'exploitation et l'accès aux intrants grâce à cette culture. Ceci est valable aussi bien à Siramana qu'à Kaniko. Il n'y a pas de différences significative entre ces deux villages.

**Ceci confirme l'hypothèse selon laquelle la diffusion du coton et des intrants par la CMDT expliquent le choix du maïs et le recul du sorgho dans l'assolement.**

### 3-2) Analyse des marges brutes et des coûts d'opportunité en fonction de la culture, du type de sol et du village

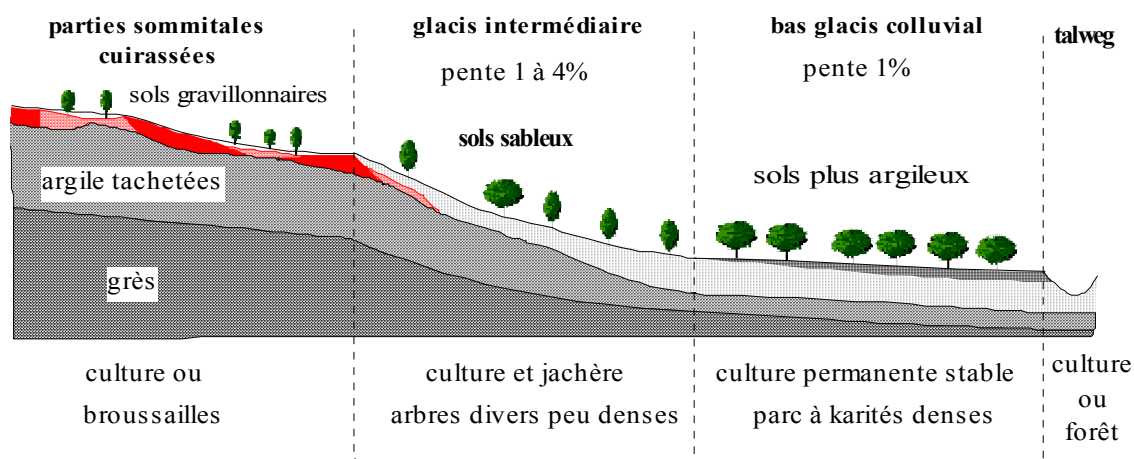
D'après le calcul d'une marge brute au niveau des parcelles de maïs et de sorgho dans les trois villages (Siramana au sud de la zone Mali-sud, Kaniko au centre de cette zone et Kanian plus au nord) nous cherchons à mettre en évidence des trajectoires communes, en fonction du type de culture et du type de sol d'une parcelle. Pour cela, nous avons estimé, d'après les résultats de l'enquête une marge brute au niveau de la parcelle. Elle a été calculée à partir des rendements moyens de la parcelle et d'un prix de vente moyen de la culture (les recettes) et du coût de production de la culture (coût de la main d'œuvre et des intrants). En d'autres termes, il s'agit de savoir si, sur un type de sol, il est plus rentable de cultiver du maïs ou du sorgho, selon la situation géographique du village (suivant un gradient pluviométrique nord/sud). La distinction des exploitations en groupes n'est pas prise en compte ici.

Nous avons effectué une analyse statistique permettant de trouver une combinaison de facteurs mettant en évidence des marges brutes soit très faibles soit très fortes. Ces facteurs sont hiérarchisés par ordre d'importance.

Ici, la marge brute va être expliquée à partir de trois facteurs : la culture, le type de sol et le village.

L'analyse est faite sur 181 parcelles.

Figure 19 : Toposéquence (place des trois types de sol)



Source : Jacques Gigou

**Résultats :**

Tableau 21 : Marge brute et coût d'opportunité du maïs en F CFA en fonction du type de sol, de la culture et du village

		Sol argileux		Sol sableux		Sol gravillonnaire	
		Sorgho	Maïs	Sorgho	Maïs	Sorgho	Maïs
<b>Kanian</b> Nord de la zone ; 600 à 800 mm	parcelles	15	1	6	2	1	0
	Min	-25 200	58 900	-37 800	71 700	-41 800	-
	Max	70 800	58 900	158 800	123 200	-41 800	-
	Médiane	-1200	58 900	73 300	97 500	-41 800	-
	Moyenne	13200	58 900	65 500	97 500	-41 800	-
<b>Coût d'opportunité du maïs*</b>		45 700		32 000		-	
<b>Kaniko</b> Centre de la zone ; 800 à 1000 mm	parcelles	2	3	2	1	42	45
	Min	-37 800	43 900	-49 500	38 100	-63 900	-99 900
	Max	14 900	255 000	17 800	38 100	158 900	657 600
	Médiane	-11 400	156 700	-15 900	38 100	16 700	117 500
	Moyenne	-11 400	151 900	-15 900	38 100	16 300	157 500
<b>Coût d'opportunité du maïs*</b>		140 500		54 000		141 200	
<b>Siramana</b> Sud de la zone ; > 1000 mm	parcelles	19	14	1	1	7	9
	Min	-26200	-35 000	32 800	17 100	-89 400	-5 500
	Max	326 000	193 200	32 800	17 100	102 000	95 300
	Médiane	45 300	75 800	32 800	17 100	34 000	54 200
	Moyenne	61 800	72 500	32 800	17 100	26 400	57 000
<b>Coût d'opportunité du maïs*</b>		10 700		- 14 700		30600	

\*Formule de calcul : moyenne maïs – moyenne sorgho

Il apparaît ici que le coût d'opportunité du maïs est toujours positif, sauf à Siramana sur un sol sableux. Sur ce type de sol et dans ce village bénéficiant d'une pluviométrie supérieure à 1000mm, la culture du maïs est plus coûteuse que celle du sorgho. Mais il faut rester prudent puisque ce résultat a été calculé qu'à partir de deux parcelles (une pour le sorgho et une pour le maïs). On ne peut donc pas généraliser ce résultat à l'ensemble du village. Il en est de même pour un certain nombre de résultats de ce tableaux.

A Siramana et à Kaniko, les coût d'opportunité les plus importants sont réalisés sur des sols gravillonnaires. Or, ce type de sol est le moins bon des trois. Ce résultat peut donc paraître surprenant dans la mesure où le maïs nécessite de bonnes conditions écologiques pour bien se développer.

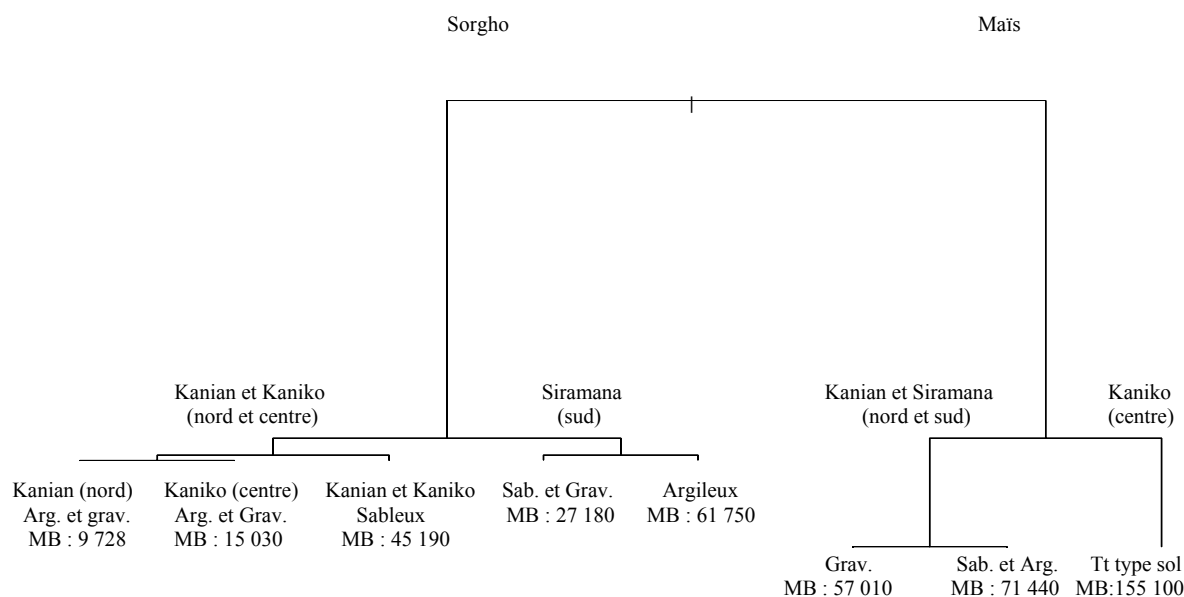
A Kanian, c'est sur un sol argileux que les coûts d'opportunité du maïs sont les plus importants. Mais là encore, on peut douter de la représentativité de ce résultat : en effet, la comparaison a été faite entre 15 parcelles de sorgho et 1 de maïs. De plus, le maïs n'est pas une grande culture à Kanian, mais une culture de soudure sur des champs de case. Ce résultat ne peut donc pas être lu et intégré dans l'analyse globale sans précaution.

C'est à Kaniko que les coût d'opportunité du maïs sont les plus importants. Cela est-il dû au fait qu'ils ont bénéficié de plusieurs projets de soutien ? Ce résultat est d'autant plus inattendu que la majorité des parcelles se trouvent sur des sols gravillonnaires, qui sont les moins bons.

On remarque aussi qu'à Siramana et Kaniko, il y a plus de parcelles de maïs sur les sols gravillonnaires (moins bonnes terres) que de parcelles de sorgho. A Siramana, il y a même plus de parcelles de sorgho sur des sols argileux (les meilleurs des trois) que de parcelles de maïs.

**Cela infirme l'hypothèse selon laquelle le sorgho est marginalisé sur les moins bonnes terres.**

Figure 20 : Les différentes marges brutes moyennes



MB : Marge brute moyenne en F CFA

Une première distinction se fait entre les deux cultures : on remarque que les marges brutes réalisées sur des parcelles de maïs sont plus importantes que celles réalisées sur des parcelles de sorgho (excepté à Siramana où la culture du sorgho sur un sol argileux fournit une marge brute plus importante que la plus petite offerte par le maïs). En moyenne, la marge brute sur les parcelles de maïs est de 127 000 FCFA alors qu'elle n'est que de 27 050 FCFA pour les parcelles de sorgho. Le coût de production du maïs étant supérieur à celui du sorgho, du fait de l'utilisation d'intrants sur le maïs et pas sur le sorgho, cet écart s'explique par les niveaux de rendement : les rendements médians du maïs sont supérieurs à ceux du sorgho (1775 kg/ha pour le maïs contre 700 kg/ha pour le sorgho).

On peut donc se demander pourquoi les paysans n'abandonnent pas le sorgho au profit du maïs puisque celui-ci semble être plus rentable. Deux hypothèses peuvent être avancées :

- 1- La première est que le maïs est une culture plus risquée que celle du sorgho. Le risque majeur est celui de défaut des pluies certaines années. Ce risque pourrait apparaître une année sur cinq environ. Il n'a donc pas pu être pris en compte dans l'échantillonnage

dans la mesure où celui-ci a été réalisé sur une seule année où la pluviométrie a été convenable pour le maïs. Ce risque est plus faible à Siramana qui se trouve dans la zone la plus au sud avec une pluviométrie supérieure à 1000 mm par an. En revanche, il est surtout présent à Kanian (au nord de la zone) et un peu à Kaniko (au centre de la zone). On peut alors assimiler cette stratégie à une stratégie de sécurité alimentaire dans la mesure où le paysan cherche à s'assurer une quantité de céréales suffisante pour satisfaire ses besoins et ceux de sa famille.

- 2- La deuxième raison est que la culture du sorgho peut se faire sans intrant (c'est d'ailleurs ce qui est pratiqué dans la majorité des cas). Le coût des intrants étant pris en compte dans le calcul de la marge brute, celle-ci devrait refléter cette hypothèse. Or la marge brute est supérieure dans le cadre du maïs. Ce n'est donc pas au niveau de la marge brute qu'il faut trouver une explication. La fourniture d'intrant est largement liée à la culture du coton et par conséquent à la CMDT. La quantité d'intrant nécessaire à la culture du maïs est donc dépendante des surfaces cultivées en coton. Le sorgho au contraire, ne nécessitant pas d'apport d'intrant, reste une culture indépendante et pourra toujours être cultivé quelles que soient les décisions de la CMDT ou le niveau des superficies cultivées en coton.

Pour la culture du sorgho, une deuxième distinction se fait entre les villages et le type de sol : les marges brutes moyennes les plus fortes pour le sorgho sont réalisées à Siramana sur du sol argileux (MB : 61 750 F CFA). Sur les sols sableux ou gravillonnaires, la marge brute moyenne n'est plus que de 27 180 F CFA.

A Kanian et à Kaniko, la marge brute moyenne sur des parcelles de sorgho sur du sol sableux est de 45 190 F CFA. Cette valeur est plus importante que celles obtenues à Kaniko et à Kanian sur du sol argileux ou gravillonnaire (MB : 15 030 F CFA à Kaniko et MB : 9 728 F CFA à Kanian). Ceci semble contraire à l'hypothèse selon laquelle les variétés cultivées offrent de meilleurs rendements sur les sols argileux.

Pour la culture du maïs, les villages (c'est à dire la position de la parcelle par rapport au niveau de réserve d'eau du sol) différencient les marges brutes avant les types de sol. En effet, la marge brute moyenne la plus importante est réalisée à Kaniko, quelque soit le type de sol (155 100 FCFA).

Puis, sur les sols argileux ou sableux, les villages de Kanian et Siramana obtiennent en moyenne une marge brute de 71 440 FCFA.

En revanche, dans ces deux mêmes villages, la marge brute réalisée avec la culture de maïs sur un sol gravillonnaire n'est que de 57 010 FCFA. Cette valeur est moins importante que celle obtenue à Siramana avec la culture du sorgho sur un sol argileux.

### **Conclusion :**

De cette analyse, nous pouvons tirer les conclusions principales suivantes :

- ◆ Les résultats de Kanian (nord de la zone) obtenus pour le maïs ne sont pas représentatifs puisqu'ils sont calculés sur un trop petit nombre de parcelles.
- ◆ Les coûts d'opportunité du maïs est toujours positif et les marges brutes moyennes obtenues avec la culture du maïs sont toujours supérieures à celles obtenues avec la culture du sorgho ; excepté à Siramana (sud de la zone) où le coût d'opportunité du maïs est négatif sur un sol sableux (mais le calcul est basé sur seulement deux parcelles) et où la marge brute moyenne obtenues avec le sorgho sur un sol argileux est supérieure à celle du maïs sur un sol gravillonnaire.
- ◆ Le coût d'opportunité du maïs et la marge brute moyenne obtenue avec le maïs sont plus importants à Kaniko (centre de la zone) qu'à Kanian (nord) et qu'à Siramana (sud).
- ◆ Les coûts d'opportunité du maïs à Kaniko et à Siramana sont plus importants sur un sol gravillonnaire, alors que c'est le moins bon type de sol parmi les trois (argileux, sableux et gravillonnaire).
- ◆ Pour la culture du sorgho, les meilleures marges brutes moyennes ont été réalisées à Siramana (sud) sur un sol argileux. les plus mauvaises marges brutes moyennes ont été obtenues à Kanian (nord) sur des sols argileux et gravillonnaires.
- ◆ Pour la culture du maïs, les plus mauvaises marges brutes sont réalisées sur des sols gravillonnaires à Kanian et Siramana.
- ◆ Le sorgho n'est pas marginalisé sur les moins bonnes terres, contrairement à l'hypothèse de départ.

**PARTIE IV :**  
**DISCUSSION**



## IV-1 : LES RESULTATS

### 1-1) Le choix des villages par les organisations paysannes :

L'analyse de variance réalisée a permis de vérifier la validité du découpage du Mali-sud en trois zones par le projet. Mais il reste à savoir si ces villages sont bien représentatifs de leur zone.

Pour Siramana (sud de la zone) et Kanian (nord de la zone), rien ne permet de dire s'ils le sont ou pas. Mais il est certain que Kaniko (centre de la zone) n'est pas représentatif de l'ensemble de la zone. En effet, ce village a reçu de nombreuses aides et participe à de nombreux projets de développement. Ceci est nettement visible notamment par les habitations : elles sont spacieuses et ressemblent plus à des maisons des villes qu'à des cases de brousse. D'ailleurs, Siramana qui se trouve dans la zone sud du Mali-sud et qui a des superficies en coton plus importantes qu'à Kaniko est loin d'avoir des maisons de ce type. Or, du fait d'une culture du coton plus importante dans ce village, les paysans devraient avoir plus de revenu, donc un meilleur habitat. Mais ce n'est pas le cas.

Du fait que Kaniko ne soit pas bien représentatif de sa zone, on ne peut généraliser les résultats obtenus dans ce village qu'avec beaucoup de précautions.

Par ailleurs, contrairement à Siramana et à Kaniko, le village de Kanian n'est pas encadré par la CMDT. Et ceci est particulièrement visible au moment de l'enquête : les paysans mettent plus de temps à répondre et ne connaissent pas parfaitement les surfaces qu'ils cultivent. Il a d'ailleurs été plus difficile de faire les enquêtes dans ce village que dans les deux autres. Ceci est facilement compréhensible : à Siramana et surtout à Kaniko, les exploitants sont souvent sollicités pour ce genre de travail. Le fait que Kanian ne soit pas encadré par la CMDT explique également qu'ils ne cultivent pas de maïs autrement qu'en champs de case, puisqu'ils n'ont pas accès aux intrants. Or, l'accès aux intrant est la principale cause de l'adoption du maïs avec la présence du coton dans l'exploitation. Mais ceci n'est pas la seule explication : le niveau des pluies joue un rôle déterminant dans le fait de cultiver du maïs. En effet, le maïs étant exigeant en eau, sa culture est très risquée dans ce village.

## 1-2) Les données de l'enquête n'ayant pas servi dans l'analyse des résultats :

### 1-2-A ) Le précédent cultural :

Le précédent cultural a un impact sur le niveau de fertilisation de la culture en cours. En effet, si le précédent est du maïs ou du coton, il aura été fertilisé. Par conséquent, la quantité d'intrant sur la culture en cours sera moindre, voire inexistante si c'est du sorgho ou du mil. Or aucune des données sur le précédent cultural n'a été analysées. Nous avons seulement considéré que si le précédent était fertilisé, la culture en cours recevrait moins de fertilisant que si le précédent ne l'avait pas été. Ainsi, les informations fournies par le précédent sont contenues dans le coût des intrants puisque pour calculer ce coût, les quantités utilisées ont été multipliées par le coût unitaire de l'intrant.

Mais une analyse plus fine sur ce précédent aurait pu être menée : il aurait fallu l'intégrer dans l'analyse au même titre que la variable « type de sol ». Ainsi, on aurait pu distinguer les différentes marges brutes en fonction du type de sol, du village et du précédent cultural.

### 1-2-B) L'évolution de l'assolement :

Une partie du questionnaire portait sur l'évolution de l'assolement. Ils nous importait de connaître cette évolution pour dater l'adoption du maïs en tant que grande culture et pour percevoir l'évolution des trois cultures principales qui sont le maïs, le sorgho et le mil. Pour ce faire, nous avons tenté de connaître l'assolement des exploitations depuis une vingtaine d'années. Or, il était très difficile pour les paysans de remonter si loin. Même en leur donnant des points de repères (événements marquants à cette époque, par exemple « au temps du régime de Moussa »), très peu de paysans ont pu nous donner ces réponses. Les données étant insuffisantes pour faire un traitement correct, nous avons décidé de ne pas les analyser.

### 1-2-C) Les raisons de l'évolution de la culture de sorgho :

Une partie du questionnaire était également consacrée aux raisons de la diminution, du maintien ou de l'augmentation de la culture du sorgho. Mais ces données n'ont pu être traitées puisqu'il n'y avait pas assez de réponses. Ceci tient au fait que cette question était une question ouvertes (cf partie sur le questionnaire). Chaque paysan a donc répondu à sa manière, et les réponses ne revenaient pas assez fréquemment pour en faire un traitement statistique. Elles n'ont donc pas été analysées.

En revanche, en ce qui concerne les raisons de la diminution des superficies cultivées de sorgho, on peut se rapporter aux raisons de l'adoption du maïs, tout en restant prudent, dans la mesure où l'adoption du maïs ne s'est pas toujours traduite par une diminution des surfaces de sorgho. En effet, tous les exploitants ayant augmenté ou maintenu leur surface en sorgho ont adopté le maïs.

### **1-3) Marges brutes et coûts d'opportunité**

#### 1-3-A) Calcul de la marge brute :

Les marges brutes ont été calculées à partir des rendements et d'un prix moyen du maïs et du sorgho. Ces deux prix sont les mêmes. En prenant les rendements comme quantité vendue, nous avons fait l'hypothèse que toute la récolte était vendue. Ceci nous a permis de donner une valeur à la partie autoconsommée, et de faire ainsi une comparaison entre les coûts totaux de la culture et les recettes attendues si toute la production était vendue.

Mais cette situation n'existe pas dans la réalité. En effet, le sorgho n'est pratiquement pas vendu et le maïs ne l'est pas totalement. En particulier à Kanian où le maïs n'est cultivé qu'en champs de cases ou en culture de soudure, la vente de maïs est inexistante.

De plus, dans la réalité, il y a plusieurs prix de vente en fonction de la saison et du lieu de vente. D'après les enquêtes, les ventes se font principalement dans le village ou à Koutiala pour le village de Kaniko (même dans ce village, la vente dans la ville la plus proche n'est pas la plus fréquente). Il n'y a donc pas vraiment de différence de prix en fonction des lieux de vente. En revanche, les prix fluctuent en fonction des saisons : par exemple, dans un village (Oumarbougou) à 30 km de Koutiala, à la récolte 2000, le maïs était vendu 45-50 FCFA. Vers juin-août (moment de soudure où les prix sont les plus élevés), le prix du kilo de maïs est monté à plus de 100 FCFA à Oumarbougou, alors qu'ils ont dépassé les 150 FCFA à Bamako<sup>16</sup>. Nous n'avons pas d'informations précises sur les prix concernant le maïs et le sorgho dans les trois villages étudiés parce que les données que nous avons relevées ne sont pas justes. Mais cet exemple montre bien la variation saisonnière des prix.

### 1-3-B) L'analyse de la marge brute et du coût d'opportunité du maïs :

Le Village de Kanian n'a pas été pris en compte dans l'analyse des coûts d'opportunité du maïs puisqu'il n'y avait pas assez de parcelles pour que les résultats soient représentatifs. Ce manque de parcelles vient du fait que nous avons commencé les enquêtes dans l'idée que seules la « grande » culture de maïs allait être enquêtée. Or, à Kanian, le maïs n'est cultivé qu'en champ de case. Certaines parcelles de maïs en champs de case ont été relevées par l'un des enquêteurs. Mais les résultats obtenus à partir de ces données ne peuvent pas être comparés avec ceux de Kaniko ou de Siramana parce que la culture de maïs n'a pas la même ampleur dans ces villages.

Il faut également rester vigilant quant à la véracité des résultats. En effet, les quantités produites qui ont servi au calcul des coûts de production ont été évaluées à partir d'approximations (annexe 7) : lorsque le paysan nous répondait qu'il produisait 2 charrettes, nous convertissions cette donnée pour l'obtenir en kilo. Nous avons donc demandé à plusieurs paysans à combien de kilo ils évaluaient la charrette de maïs, de mil et de sorgho. Il en a été de même pour les autres unités de mesures. Mais n'ayant pas demandé à chaque paysan en particulier à combien de kilo il évaluait sa charrette, les résultats ne peuvent être qu'approximatifs. Il en est de même pour l'évaluation du coût du travail : nous leur avons demandé combien de personnes travaillaient sur la parcelle pour chaque étape de l'itinéraire technique et combien de temps. Puis nous avons considéré que cette main d'œuvre familiale, dans la plupart des cas, valait le même prix qu'une main d'œuvre salariée. Mais nous savons que la main d'œuvre familiale n'a pas le même coût que la main d'œuvre salariée. Mais ceci a été fait dans le but de valoriser cette main d'œuvre.

Par ailleurs, des erreurs peuvent s'être glissées dans la saisie des données et le calcul des résultats. Ces calculs ont été révisés à de nombreuses reprises parce que des erreurs avaient été repérées au cours du traitement de ces résultats. Certaines de ces erreurs ont pu être corrigées, mais sûrement pas toutes.

D'après les résultats (avec toutes les erreurs qu'ils peuvent contenir), il semble que dans la plus grande partie des cas, la culture du maïs permet d'obtenir une marge brute moyenne plus importante qu'avec la culture du sorgho. La culture du maïs apporterait des revenus, dans la mesure où il est réellement vendu. Ce qui est le cas, même si les paysans en conservent pour leur propre consommation. Cet apport de revenu par rapport au sorgho (la vente du sorgho est moins importante à Siramana et à Kaniko) améliore l'accès aux denrées extérieures. Mais, il semblerait que dans la zone Mali-sud, les exploitations soient moins confrontées au problème de disponibilité puisque la pluviométrie est plus importante dans cette zone. Elles ne sont donc pas obligées de

---

<sup>16</sup> Communication personnelle avec Jacques Gigou, chercheur au Cirad

s'approvisionner sur des marchés extérieurs, contrairement aux zones plus au nord qui n'ont pas de production agricole suffisante.

Le maïs offrant plus de revenu que le sorgho qui est très peu vendu, les paysans peuvent être incités à substituer le sorgho par le maïs (bien que ce ne soit pas l'une des principales raisons de l'adoption du maïs). En terme de revenu et d'accessibilité, cette substitution serait plutôt bénéfique pour le paysan. En revanche, elle n'aura peut-être pas des effets bénéfiques du point de vue nutritionnel. Il faudrait comparer les valeurs nutritionnelles de chacune des deux céréales pour mesurer l'impact de la substitution du maïs au sorgho sur l'état nutritionnel des individus. Mais ceci n'a pas pu être réalisé dans le cadre du stage. On peut supposer qu'en diminuant l'apport d'une céréale dans le régime alimentaire, celui est moins varié et perd donc certains éléments qui ne seront peut-être pas remplacés.

Par ailleurs, si le sorgho disparaît au profit du maïs, l'insécurité alimentaire des populations ne fera qu'augmenter dans la mesure où le maïs est une culture plus risquée que celle du sorgho puisqu'elle est plus exigeante en eau. Or le risque de sécheresse est encore assez présent au Mali.

## **IV-2) : LA METHODOLOGIE**

### **2-1) Le découpage en classes :**

On peut s'étonner du découpage des variables utilisées pour établir des groupes d'exploitations. En effet, 4 à 5 classes ont été retenues. Mais ce découpage correspond à des pratiques caractérisant l'exploitation. Par exemple, une exploitation qui a plus de 35 unités de bétail tropical est une exploitation qui se dirige vers l'élevage marchand. Il est très probable que très peu d'exploitation soient dans cette classe, mais il est nécessaire de la mentionner car elle révèle une pratique spécifique. De plus, ce découpage permet de repérer les individus qui sortent de la moyenne des exploitations. Ces exploitations feront alors directement partie de l'échantillon retenu.

### **2-2) Les groupes d'exploitations :**

Les groupes d'individus ont été faits à la main parce qu'il n'y avait pas beaucoup d'exploitations et surtout parce qu'il étaient nettement visibles. Mais ce regroupement aurait pu être fait statistiquement par une classification hiérarchique ascendante. Elle ne nous auraient pas forcément donné les mêmes résultats dans la mesure ou nous avons choisi de réaliser un nombre assez important de groupes. Ceci dans le but de montrer toutes la diversité des structures d'exploitations qui s'est retrouvée dans l'échantillon retenu.

Ce nombre élevé de classes et de groupes pose des questions en terme de représentativité de ces groupes puisqu'un faible nombre d'exploitations les composent. Mais nous avons choisi de garder autant de classes et de groupes pour ne pas masquer la diversité des structures d'exploitations. On la retrouve ainsi dans l'échantillon retenu.

## **IV-3) LE QUESTIONNAIRE**

### **3-1) Le choix des questions ouvertes et/ou fermées**

Pour obtenir des informations sur les raisons de l'adoption du maïs et celles de l'évolution du sorgho, des questions ouvertes et fermées ont été posées. Les questions ouvertes concernaient à la fois le sorgho et le maïs. Les questions fermées n'étaient posées que sur le sorgho.

Cette différence tient au fait que l'on avait une idée sur les raisons d'adoption du maïs. Nous voulions alors vérifier si les paysans la confirmaient. Nous avons choisi de demander aux paysans s'il n'y avait pas d'autres raisons pour ne pas en omettre. En revanche, nous avons laissé les paysans répondre librement aux questions sur l'évolution de la culture du sorgho. Si nous avions des idées précises sur les raisons d'adoption du maïs et pas sur le sorgho, c'est parce que nous cherchions surtout à expliquer la pénétration du maïs, et non la diminution ou le maintien du sorgho.

Cette différence entre les deux types de question a posé des problèmes dans le traitement des données : toutes les réponses données aux questions ouvertes étaient insuffisantes pour pouvoir en faire un traitement statistique. Pour traiter ces réponses, nous les avons regroupées quand elles correspondaient au même thème et nous les avons considérées comme une variable. Mais le nombre d'individus ayant donné cette réponse était faible. Même en regroupant toutes ces réponses dans une même variable « autres », nous n'avions toujours pas assez de données.

Les seules réponses qui ont pu être traitées sont donc les réponses concernant l'adoption du maïs.

Le choix des questions ouvertes est très pertinent pour un premier passage d'enquête. Mais il est nécessaire de les inventorier pour les remettre dans un nouveau questionnaire en tant que questions fermées pour un deuxième passage. Mais ceci n'a pas pu être fait dans le cadre de mon stage. Nous nous sommes aperçu de ce biais après la première enquête dans le premier village, mais nous avons préféré ne pas changer le questionnaire pour rester cohérent tout au long de l'enquête.

### **3-2) La partie sur la sécurité alimentaire**

#### **3-2-A) L'autoconsommation et l'approvisionnement à l'extérieur**

Tel qu'il a été fait, le questionnaire n'a pas permis d'obtenir des données pertinentes sur la sécurité alimentaire : les données sur l'autoconsommation et sur l'approvisionnement à l'extérieur n'apparaissent pas. Si la quantité autoconsommée n'est pas évaluée, c'est parce que nous avons dû

changer notre questionnaire pour obtenir des réponses sur le niveau des ventes. En effet, lorsqu'on demandait directement au paysan quelle était la quantité de céréales consommée, il nous répondaient qu'ils consommaient tout ce qu'ils produisaient. Or, cela est impossible dans un village qui regroupe les plus grosses exploitations sur les trois villages. Il nous a donc fallu supprimer cette question et poser des questions différentes (cf partie sur l'enquête).

Par ailleurs, pour connaître la quantité autoconsommée, il aurait fallu aller plus loin dans les questions : après avoir obtenu le niveau des ventes, nous aurions dû demander la part consacrée aux dons et autres utilisations (semences, paiement de charges en nature, report de stocks...). De là, nous aurions déduit les quantités autoconsommées. Cette donnée aurait dû être recoupée avec les besoins de la population et de leurs habitudes alimentaires. Ceci n'ayant pas été fait à Siramana, nous ne l'avons pas envisagé dans les deux autres villages, puisque nous souhaitions garder le même questionnaire pour les trois villages. Si nous avions obtenu ces données seulement pour deux villages, nous n'aurions pas pu faire de comparaisons. Ces données n'auraient donc pas servi, et cela aurait alourdi le questionnaire.

Nous n'avons pas non plus abordé le thème de l'autosuffisance. Nous ne savons pas si les villageois enquêtés sont autosuffisants ou s'ils s'approvisionnent à l'extérieur. Au départ, il était envisagé d'introduire cette partie dans le questionnaire. Mais celui-ci étant déjà bien conséquent, nous avons préféré ne pas trop le surcharger. Les entretiens ne devaient pas dépasser deux heures pour que les paysans ne se lassent pas, ce qui aurait pu les inciter à ne plus répondre correctement aux questions. Il était donc important de faire attention à ne pas faire un questionnaire trop lourd. D'ailleurs, ceci s'est révélé juste sur le terrain : au bout d'une heure trente, les paysans commençaient à être déconcentrés.

### 3-2-B) L'accès aux marchés

A partir des données sur le type de route, la distance et le moyen de transport, nous aurions voulu établir une carte situant les villages et les lieux de vente, en mettant des couleurs différentes sur les routes pour caractériser leur type (chemin, piste, goudron). Ceci nous aurait permis de voir si l'accès au marché était aisé ou non. Mais quasiment la totalité des exploitants vendent leur production dans le village. Cela aurait également permis d'avoir le même raisonnement pour les produits achetés.



## IV-4) : L'ENQUETE DE TERRAIN

### 4-1) Les biais liés aux réponses des paysans :

Certains paysans nous donnaient soit des réponses incohérentes, soit des réponses « attendues » (c'est à dire qu'ils répondent ce que l'enquêteur souhaite entendre). Pour éviter ce biais, il faut poser plusieurs questions qui se recoupent. Ces questions n'étaient pas forcément dans le questionnaire, mais elles étaient souvent posées directement. Du fait de notre manque d'expérience dans les enquêtes de terrain, certaines réponses incohérentes nous ont échappé. Cela c'est donc retrouvé dans les résultats. Certaines ont pu être corrigées en les comparant avec une exploitation ou une parcelle quasiment identique. Mais d'autres n'ont pas pu être corrigées. Nous avons donc retiré les parcelles concernées de l'analyse.

### 4-2) Des données difficiles à obtenir :

#### 4-2-A) L'assolement :

Au moment de nos enquêtes, toutes les parcelles n'étaient pas semées parce qu'il n'avait pas assez plu. L'assolement établi par le paysans est alors parfois prévisionnel, et peut-être susceptible de changer. En effet, à Kaniko (centre de la zone Mali-sud) un paysans avait semé du coton sur une parcelle. Mais s'il ne pleuvait pas dans les deux jours qui suivaient, le paysan avait l'intention d'enlever le coton pour mettre du mil à la place.

De plus, le relevé parcellaire n'a pas été réalisé sur le champ mais au village, chez le paysan. Ses réponses ne sont donc peut-être pas toujours exactes. Il aurait été préférable de faire l'inventaire des champs et des parcelles sur les champs directement. Le paysan a plus de facilité à se souvenir des assolements lorsqu'il les visualise. Enfin, cela évite les malentendus dans la désignation des champs et des parcelles. Ceci n'a pas été réalisé pour notre travail parce que nous manquions de temps. En effet, aller enquêter le paysan directement sur son champ demande du temps puisqu'il faut se déplacer pour chaque paysan.

#### 4-2-B) Les ventes :

Ils nous a été particulièrement difficile d'obtenir des renseignements sur les quantités vendues. En effet, nous commençons par demander quelle quantité de leur récolte ils consommaient. Par principe, les paysans nous répondaient qu'ils consommaient tout. Par conséquent, ils ne vendaient rien. Mais cela nous a interpellé dans la mesure où le premier paysans

à nous avoir donné cette réponse est celui qui a la plus grosse exploitation sur les trois villages confondus. Ils nous a donc fallu trouver d'autres techniques d'approche. Nous avons d'abord décidé de ne plus poser la question de l'autoconsommation et de demander directement combien de céréales ils vendaient. Mais encore une fois, ils nous répondaient que toutes leur production était destinée à la consommation. Finalement, grâce à une discussion en aparté avec un paysan ne faisant pas partie de l'échantillon, nous savions qu'un « commerçant » venait chaque semaine à Siramana (au sud de la zone) pour acheter les céréales aux paysans. Nous avons alors décidé de reformuler notre question ainsi : « Quelle quantité de maïs (ou de sorgho) vendez-vous à la personne qui vient chaque semaine ? » Grâce à cette formulation, nous avons pu obtenir des réponses aussi bien sur les quantités que sur les prix.

Malheureusement, nous n'avons pas pu obtenir ces réponses pour toutes les exploitations : nous ne pouvions pas reposer la question aux paysans qui nous avaient déjà répondu qu'ils ne vendaient rien. C'est pourquoi, ces données n'ont pas été traitées dans les résultats. Pour pouvoir comparer les coûts de production avec des recettes, nous avons pris un prix moyen du maïs et du sorgho (qui d'ailleurs est le même) que nous avons multiplié par le rendement. Cette méthode nous a donc permis de faire une comparaison indispensable pour le calcul d'un coût d'opportunité.

Ces difficultés ne se sont pas révélées à Kaniko (au centre de la zone). En effet, les paysans, habitués à ce genre de questions, n'ont pas hésité à nous donner le montant de leur ventes.

#### 4-2-C) Remarques :

En tant que française ne parlant pas la langue locale, je n'ai pas pu participer pleinement aux enquêtes. Au début, je regardais ce qui était écrit sur les feuilles d'enquêtes et je faisais des commentaires. Mais cela ralentissait le déroulement de l'enquête et le paysan était à la fois soucieux (il se demandait sûrement pourquoi j'intervenais à chaque fois qu'il répondait) et agacé par la longueur de l'entretien. Je me suis donc effacée tout en restant vigilante aux réponses.

Le fait qu'il y ait une européenne dans l'équipe a peut-être été un obstacle à l'acquisition des informations. Pourtant, nous faisons bien attention de dire que je n'étais qu'une stagiaire. Toutes ces précautions nous ont parues nécessaires pour pouvoir obtenir des réponses plus franches. Les paysans sont souvent réticents à donner leurs superficies ou leurs productions totales par crainte d'un prélèvement d'impôt qui suivrait.

#### **4-3) Les réponses des femmes :**

Les femmes étaient sollicitées pour indiquer leurs préférences alimentaires entre le maïs et le sorgho. Mais cette partie de l'entretien s'est déroulée en présence de leur mari. Les réponses étaient donc influencées, même si leur mari ne disait rien. Il arrivait parfois que le mari réponde à la place de la femme. De plus, la femme, peut-être étonnée par le fait qu'on lui demande son avis, était très embarrassée de répondre aux questions. Bien souvent, elles ne savaient pas quoi répondre.

Afin d'obtenir des réponses plus « sincères », il aurait été préférable de discuter seul avec la femme, ce qui pose un problème avec des enquêteurs de sexe masculin. Cela aurait été également plus facile si une femme avait posé les questions. Mais sur le terrain, il nous était impossible de demander aux hommes de partir, sans que cela ne les vexé.

## CONCLUSION

L'objectif du stage était de mettre en place une méthode de calcul de coût d'opportunité d'une culture et de tenter de comprendre les déterminants du choix d'une culture.

La méthodologie proposée peut se résumer en 4 points :

- ◆ **Enquête exhaustive sur la structure des exploitations** dans les trois villages choisis par les organisations paysannes dans les trois zones du projet. Cette enquête a permis de caractériser les exploitations des trois villages. Elle a servi de base aux prochaines étapes.
- ◆ **Analyse des variables caractérisant les exploitations et typologie de ces exploitations.** Du fait du nombre important de groupe, la typologie n'a pas pu servir dans l'analyse des marges brutes et des coûts d'opportunité, puisqu'il n'y avait pas assez d'individus dans certains groupes. En revanche, cette typologie nous a surtout servi de base à l'échantillonnage : la diversité des structures des exploitations révélée par la typologie s'est retrouvée dans l'échantillon retenu. Par ailleurs, elle a permis de mettre en évidence des exploitations qui se distinguaient de la moyenne. Ainsi, à Kanian, nous avons mis en évidence une groupe d'exploitations pratiquant l'élevage, et à Siramana, deux exploitations de grande taille constituent un groupe à elles seules de par l'importance de leur superficie totale cultivée, de leur équipement et du nombre de personnes vivant dans l'exploitation. Enfin, cette typologie a permis de soulever des points qui paraissaient contre intuitifs : par exemple, à Kaniko, on constate que les surfaces cultivées en mil sont plus importantes chez les jeunes chefs d'exploitations que chez les plus âgés. On aurait pu penser que les jeunes exploitants avaient plus le sens de l'innovation et auraient cultivé plus de maïs (et donc moins de mil). Mais si les jeunes cultivent encore une surface importante de mil, c'est que leur moyen financier est plus limité que ceux des « anciens », et ne peuvent donc pas se lancer facilement dans la culture de maïs.
- ◆ **Enquête sur le fonctionnement des exploitations retenues.**
- ◆ **Analyses statistiques des données** permettant de mettre en évidence les différentes marges brutes et les coûts d'opportunité du maïs en fonction de trois types de sol (argileux, sableux et gravillonnaire) et des villages (ces derniers étant représentatifs d'un gradient pluviométrique).

Cette méthodologie nous a permis de valider certaines de nos hypothèses et d'en infirmer d'autres. Il en est ainsi pour les hypothèses 3 et 6. La pénétration du maïs résulte bien de la présence du coton dans les exploitations, et de la perception des paysans d'une meilleure rentabilité du maïs par rapport au sorgho. Bien que cette dernière raison ne soit pas systématiquement évoquée par les

paysans, l'analyse des coûts d'opportunité du maïs montre qu'il est plus rentable que le sorgho dans la quasi totalité des cas (quelque soit le type de sol et le gradient pluviométrique).

Toutefois, si nous avons retenu en hypothèse le fait que la progression du maïs se traduisait par une marginalisation du sorgho sur les moins bonnes terres (hypothèse 4), il apparaît qu'à Siramana et Kaniko, il y a plus de parcelles de maïs sur les sols gravillonnaires (les moins bonnes terres) que de parcelles de sorgho. A Siramana, il y a même plus de parcelles de sorgho sur des sols argileux (les meilleures terres) que de parcelles de maïs.

En revanche, la méthodologie retenue ne nous a pas permis de déterminer la validité des hypothèses 1, 2, 6 et 7. En effet, les hypothèses 1 et 6 font référence à l'évolution de la culture du sorgho dans l'assolement. Or, ces données sur l'évolution de l'assolement n'ont pas été analysées par manque d'information. Nous ne sommes donc pas en mesure de dire si la diminution des surfaces cultivées en sorgho est liée à l'extension de la culture du maïs, ni si la progression du maïs se traduit par un abandon du sorgho.

Nous ne savons pas non plus si la pénétration du maïs est liée à des conditions climatiques favorables puisque cette raison n'a jamais été évoquée par les paysans et nous n'avons pas envisagé de méthode pour accéder à cette information.

De même, dans le cas où le maïs se substituerait au sorgho parce qu'il est plus rentable, nous ne pouvons rien dire quant à l'amélioration de la situation alimentaire des ménages. En effet, le questionnaire d'enquête ne permet pas d'obtenir des informations sur la destination du revenu apporté par la vente du maïs.

Cette difficulté d'accès aux informations s'explique en partie par le statut du chercheur européen et par sa relation aux populations concernées. Même s'il existe des techniques pour recouper les informations, une fois sur le terrain, les attitudes méfiantes des paysans constituent encore un certain handicap dans l'obtention des réponses.

L'accès aux informations bibliographiques n'est pas plus aisé. En effet, je me suis rendue dans plusieurs institutions à la recherche de documentation, en particulier sur la sécurité alimentaire au Mali. Ainsi les données disponibles à l'Institut du Sahel, à l'IER, au service de la statistique de la CMDT ou même à l'Université de sciences humaines de Bamako, restent encore limitées.

De nombreuses analyses statistiques ont été menées dans cette étude afin de comprendre le choix des paysans entre le maïs et le sorgho. Elles ont simplement révélé et « formalisé » la rationalité des paysans. En effet, pour choisir les cultures qu'ils vont semer sur telle ou telle parcelle, ils ne font pas tant de calculs. Mais ce n'est pas pour autant que ces choix ne sont pas raisonnés : ils savent pertinemment que le maïs est plus rentable que le sorgho mais que c'est une

culture risquée en cas de sécheresse. Ils n'abandonnent donc pas les cultures moins rentables (le sorgho) pour garantir un niveau de produits alimentaires suffisants pour satisfaire leurs besoins.

Il est important que les résultats confirment les pratiques paysannes parce que c'est de ces pratiques que doivent partir la recherche d'amélioration des techniques de productions ou des variétés, comme c'est le cas pour le projet agrobiodiversité du sorgho qui cherche à créer de nouvelles variétés de sorgho à la fois rustiques et productives, pouvant être utilisées dans différents milieux.

## BIBLIOGRAPHIE

### ARTICLES :

- FRANZEL S., COE R., COOPER P., PLACE F., SCHERR J.**, *Assessing in the adoption of agroforestry practices in sub-Saharan Africa*, in *Agricultural Systems*, volume 69, issue 1-2, pp 37-62, may 2001
- GIGOU J.**, *Les céréales dans les systèmes de culture des régions semi-arides d'Afrique de l'ouest*, Cirad, Montpellier, avril 1998
- GIRAUDY F., GIGOU J., NIANG M.**, *Le sorgho et les autres céréales dans les systèmes de culture de la zone Mali-sud*, in *Amélioration du sorgho et de sa culture en Afrique de l'ouest et du centre*, Cirad, Montpellier, 1998, p 167
- IDRC**, *Factors influencing adoption of the abonera system*, in *Cover crops in Hillside Agriculture*, chapter 7, [www.idrc.ca/books/focus/841/chp07.html](http://www.idrc.ca/books/focus/841/chp07.html)
- PROGRAMME CEREALES/ CIRAD-CA**, *Compte rendu atelier céréales 31.08 et 1.09.1994*, Cirad-ca, Montpellier, 1994
- RAMJI P. NEUPANE, KHEM R. SHARMA, GOPAL B. THAPA**, *Adoption of agroforestry hills of Nepal : a logistic regression analysis*, in *Agricultural systems*, volume 72, issue 3, pp 177-196, april 2002
- TEME B., SANOGO O., BOUGHTON D.**, *Le maïs dans les systèmes de production du sud du Mali : historique et perspectives*, in *Production et valorisation du maïs à l'échelon villageois en Afrique de l'ouest*, Cirad, Montpellier, 1995
- TRAORE SB. (a), REYNIERS FN. et VAKSMANN M. (b), KONE B. et SIDIBE A. (c), YOROTE A., YATTARA K. et KOURESSY M. (d)**, *Adaptation à la sécheresse des écotypes locaux de sorghos du Mali*, in *Sécheresse*, n°4, vol 11, décembre 2000 (a) : Niamey, Niger (b) : Montpellier, France, (c) Bamako, Mali, (d) Sotuba, Mali

### NOTES NON-PUBLIEES :

- GIGOU J.**, *L'agriculture au quotidien à Konobougou*, Cirad, Montpellier
- GIGOU J.**, *Le chercheur entre croyance, mensonge et propagande*, Cirad, Montpellier, mai 2001
- GIGOU J., COULIBALY H.**, *Rapport des essais à Zamblala en 1999*, présenté à la réunion de concertation IER/CMDT/OHVN à N'Tarla les 16-17-18 février 2000
- GIGOU J. (a), GIRAUDY F. (b), NIANG M. (c), HEALY K. (d)**, *Le passage de la culture itinérante à la culture permanente révélé par l'âge des champs au Mali sud*, (a) : CIRAD, Montpellier ; (b) : CFDT, Paris ; (c) : CMDT, Bamako, Mali ; (d) : IER, Labo Sol-Eau-Plante, Sotuba, Bamako.
- REYNIERS FN., SIBELET N., TORQUEBIAU E.**, *How farmers use agrobiodiversity to cooperative with climatic variability and community change ?* CIRAD-TERA, Montpellier, 2002

### OUVRAGES :

- AUBERTIN C., VIVIEN FD.**, *Les Enjeux de la biodiversité*, Economica, Paris, 1998
- BACCI L., REYNIERS FN.**, *Le futur des céréales photopériodiques pour une production durable en Afrique tropicale semi-aride*, coédition Ce.S.I.A. / Cirad, Florence, Italie, 1998
- BARBAULT R.**, *Biodiversité*, Hachette, Paris, 1997
- J.BREMOND et A. GELEDAN**, *Dictionnaire économique et social*, Hatier, Paris, 1990

- LAVIGNE DELVILLE P., NOUR-EDDINE SELLAMNA ET MATHIEU M.,** *Les enquêtes participatives en débat ; Ambition, pratiques et enjeux*, GRET - KARTHALA – ICRA, Paris, Montpellier (ICRA), 1998
- LE BRIS E., LE ROY E., MATHIEU P.,** *L'appropriation de la terre en Afrique noire*, Karthala, Paris, 1991
- Mali*, collection Les Atlas de l'Afrique, édition Jeune Afrique, 2<sup>ème</sup> édition, Paris, 2001
- SANDERS JH., SHAPIRO BI., RAMASWAMY S.,** *The economics of agricultural technology in semiarid Sub-Saharan Africa*, The Johns Hopkins University press, Baltimore and London, 1996

### **RAPPORTS :**

- BANQUE MONDIALE,** *La pauvreté et la faim , la sécurité alimentaire dans les PED*, problèmes et options, 1986
- BOUGHTON D., SANOGO O., TEME B., STAATZ J., REARDON T.B.,** *Etude filière maïs : projet de rapport final*, IER, Bamako, Mali, 1995
- SECRETARIAT DU FONDS FRANÇAIS POUR L'ENVIRONNEMENT MONDIAL (FFEM),** Comité de pilotage, Rapport de présentation, Agrobiodiversité du sorgho au Mali et au Burkina Faso, 6 juillet 2001
- MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL, IER, DET CELLULE DE FORMATION,** *Note méthodologique n°2 : les unités de production agricoles. Définition, analyse, typologie*, Avril 1980
- MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL ET DE L'ENVIRONNEMENT, IER, DEPARTEMENT DE LA RECHERCHE SUR LES SYSTEMES DE PRODUCTION RURALE, VOLET OHV,** *Choix des villages et typologie des unités de production : expérience DRSPR du volet OHV*, Bamako, décembre 1991
- TEME B., BREMAN H., SISSOKO K.,** *Intensification agricole au Sahel : mythe ou réalité?*, Rapport de synthèse des travaux du Colloque International à Bamako du 28 novembre au 2 décembre 1995, Wageningen, 1996
- TRAORE, SALL, OUATTARA,** *Stratégie opérationnelle 2015 et programme de sécurité alimentaire durable dans une perspective de lutte contre la pauvreté au Mali*, ministère du développement durable, document provisoire, février 2002, Mali.

### **THESE :**

- GALTIER F.,** *Information, institutions et efficacité des marchés : l'analyse de trois filières céréalières d'Afrique de l'Ouest comme des "systèmes de communication*, Thèse En économie et sciences de gestion, Université Montpellier I, 2 t, 520 p., Montpellier 2002

### **STATISTIQUES :**

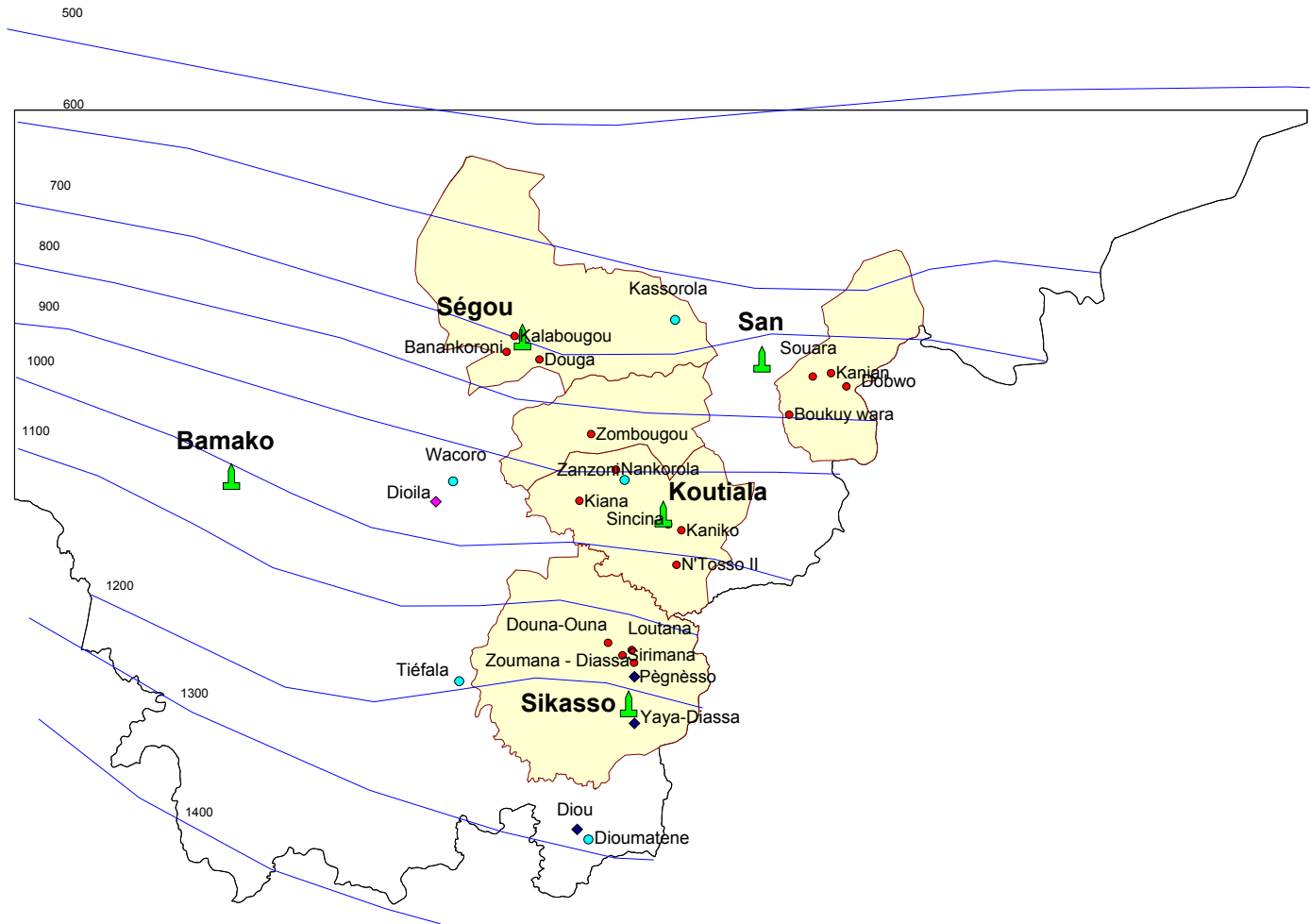
- CMDT Suivi-Evaluation,** *Annuaire statistique 99/00 : résultats d'enquêtes agricoles permanente*, CMDT, Bamako, juin 2000
- CMDT Suivi-opérationnel :** données de 2001



# **ANNEXES**



# CARTE des VILLAGES avec des actions en cours ou projetées



- ◆ Sites IER
- Sites IPR
- ◆ Sites ICRISAT
- 🌳 Ville
- Village OP
- Isohyète

Echelle: 0 50 100  
Kilomètre

Source : Labosep 2002  
Préparée par K. DIALLO et D. BAZILE  
Projet Agrobiodiversité du sorgho (FFEM)

## LISTE DES FACTEURS LIMITANTS ET FAVORABLES AUX DIFFERENTES CULTURES

		Facteurs limitants		Facteurs favorisants	
		Facteurs agro-écologiques	Facteurs socio-économiques	Facteurs agro-écologiques	Facteurs socio-économiques
<b>Parcelle</b>	<b>Maïs</b>	- Contraintes pluviométriques : vulnérable au risque hydrique - non photosensible : date du semis limitée		- Climat pluvieux > 800 mm, - moins sensible à la moisissure : récolte sous la pluie possible - valorise mieux les engrais : ↑ rdt grain - bénéficie de l'arrière effet du coton (en priorité par rapport au sorgho)	
	<b>Sorgho</b>	- Précédent cultural (le sorgho ne revient pas sur lui même) - la sensibilité des grains à l'humidité à la fin du cycle pour les sorghos non photosensibles et évitement du risque de l'humidité par les variétés photosensibles		- Adaptation au stress hydrique et à la sécheresse, - climat intermédiaire (800 à 1000 mm) - photosensible : floraison à la fin des pluies - valorise les engrais (bénéficie du précédent cultural), ↑ rdt mais biomasse>grain) - type de sol : moins de problème sur sol acide. Or ces sols sont défavorables au coton (et au maïs)	
			<i>Remarque : prise en compte des niveaux des stocks :</i> - s'ils sont bas, on plante du mil et du sorgho. - explique les objectifs de l'exploitation		

<b>Exploitation</b>	<b>Maïs</b>	- conservation : 2 à 3 ans en épis	- Taille : main d'œuvre (hypothèse) - niveau équipement (corrélé à la "taille") - investissement dans les engrais, - contraintes monétaires (accès au crédit, utilisation de l'argent, achat d'engrais...) - prix des engrais		- Source de revenu : prix de vente + élevé, vente + facile - niveau d'instruction, - niveau d'équipement → ↑ surface pour coton et maïs - préparation : temps, facilité - habitude alimentaire (préférence culinaire) - prix de vente à la sortie du champ
	<b>Sorgho</b>	- Faible rendement - Intensification favorise maïs-mil plutôt que maïs sorgho car plus mauvaise réponse du sorgho à l'intensification par rapport au mil	- contraintes monétaires (accès au crédit, utilisation de l'argent...)	- Stockage : 6 ans	- moins de contraintes monétaires (moins d'engrais), - niveau d'instruction - préparation : temps, facilité - habitude alimentaire (préférence culinaire) - prix de vente à la sortie du champ
<i>Remarque : sorgho repoussé vers les zones marginales (versants). Raison de l'abandon</i>					
<b>Petite région</b>	<b>Maïs</b>	- Climat (1000-1100 mm)	- Niveau de développement des infrastructures, - marché : de collecte, intérieur (très grande variabilité des prix), extérieur + accès au marché		- Niveau de développement des infrastructures - marché : de collecte, intérieur (très grande variabilité des prix), extérieur + accès au marché - prix de vente sur le marché - prix d'achat (pour la sécurité alimentaire)
	<b>Sorgho</b>		- Niveau de développement des infrastructures	- Climat (800-1000 mm)	- prix de vente sur le marché - prix d'achat (pour la sécurité alimentaire)



## ANNEXE 4 : Groupes d'exploitations à Kanian

Tableau 3 : Présentation des groupes d'UP

### Groupe I : Exploitations pratiquant l'élevage

Ordre Enq.	UP	UBTc	AGEc	TOTc	POPc	%ALPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc	DIVc
1	101	4	3	4	4	2	4	2	1	4	4
2	124	4	2	2	2	2	1	1	2	1	1
3	104	2	3	3	2	1	3	3	1	1	3
4	102	1	3	3	3	1	3	2	1	2	2
5	105	1	3	2	2	1	3	2	1	2	1
6	116	1	3	2	3	1	3	3	2	2	1
7	132	1	4	3	3	1	3	1	4	3	3

### Groupe II : Chef d'exploitation âgé et taux d'alphabétisation faible

Ordre Enq.	UP	UBTc	AGEc	TOTc	POPc	%ALPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc	DIVc
1	106	0	4	1	2	1	2	2	1	1	1
2	108	0	4	2	3	1	4	2	1	1	2
3	126	0	4	2	3	1	4	3	2	4	3
4	103	0	4	2	2	1	3	2	1	2	1
5	133	0	4	1	3	1	3	2	4	2	3
6	131	0	3	2	2	1	1	1	4	1	1

### Groupe III : Jeune chef d'exploitation, main d'œuvre réduite et faible taux d'alphabétisation

Ordre Enq.	UP	UBTc	AGEc	TOTc	POPc	%ALPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc	DIVc
1	110	0	2	2	1	1	1	1	1	1	1
2	123	0	2	2	1	1	2	2	2	2	2
3	130	0	2	1	1	1	4	2	4	2	3
4	111	0	3	1	1	1	3	1	1	2	3
5	113	0	3	1	1	1	2	1	1	1	2
6	117	0	3	2	1	1	3	1	2	2	1
7	107	0	3	2	1	1	3	3	1	3	2
8	109	0	2	1	2	1	3	2	1	1	2
9	115	0	2	3	2	1	3	2	1	2	2
10	125	0	2	1	2	1	3	2	2	4	2
11	134	0	2	2	3	1	2	2	4	1	1
12	121	0	2	2	2	2	3	2	2	1	2
13	122	0	2	2	2	2	2	2	2	3	1
14	112	0	3	2	2	2	4	3	1	4	3
15	128	0	3	2	2	2	2	2	3	2	2

### Groupe IV : Jeune chef d'exploitation, main d'œuvre réduite mais fort taux d'alphabétisation

Ordre Enq.	UP	UBTc	AGEc	TOTc	POPc	%ALPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc	DIVc
1	127	0	2	2	1	4	3	2	3	1	2
2	114	0	1	1	1	4	3	2	1	3	2
3	120	0	2	1	1	3	3	2	2	2	2
4	119	0	1	2	1	3	3	2	2	2	2
5	129	0	2	1	1	2	4	2	3	3	4
6	118	0	1	1	1	2	3	1	2	1	1

## ANNEXE 5 : Groupes d'exploitations à Kaniko

Tableau 6 : Présentation des groupes d'UP à Kaniko

### Groupe I : Surfaces en maïs importantes (> ou = 2,5 ha)

#### Groupe I1. : Chef d'exploitation âgé et surfaces en mil-sorgho moyennes

Order Enq.	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc
1	269	4	4	3	2	4	2	2	2
2	277	4	1	3	2	4	2	3	2
3	242	3	1	2	2	2	2	2	2
4	272	3	1	3	3	4	2	2	2
5	225	3	2	2	2	3	2	2	2
6	230	3	2	2	2	4	2	2	2
7	281	3	2	3	3	4	2	2	2
8	238	4	4	4	3	5	3	2	3
9	250	4	3	4	3	5	3	4	3
10	232	4	2	4	4	3	3	3	4
11	246	3	1	3	2	4	2	2	4

#### Groupe I2. : Chef d'exploitation d'âge moyen et surfaces en mil-sorgho très importantes

Order Enq.	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc
1	235	3	4	4	4	5	3	5	5
2	223	3	3	4	4	5	3	4	5
3	279	3	3	4	4	4	3	4	4
4	202	2	4	4	4	5	3	4	4
5	201	3	4	4	4	3	3	5	3
6	216	3	3	4	4	5	2	4	3
7	207	2	3	3	3	3	2	3	3
8	206	2	2	3	3	4	2	1	4
9	258	1	1	1	1	1	1	1	2

### Groupe II : Surfaces en maïs moyennes (1<Surf. Maïs<2,5 ha)

#### Groupe II1. : Chef d'exploitation âgé et surfaces en mil-sorgho réduites

Order Enq.	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc
1	203	4	1	1	1	3	1	1	1
2	214	4	1	1	2	2	1	2	2
3	222	4	1	2	1	3	1	2	2
4	243	4	1	2	2	3	1	2	2
5	286	3	1	1	1	1	1	1	2
6	244	3	1	2	1	3	1	1	2
7	241	3	1	1	2	3	1	2	2
8	284	3	2	2	1	4	1	2	1
9	209	3	1	2	2	4	1	2	2
10	212	3	3	2	2	3	1	1	2
11	247	3	1	2	1	3	1	2	2
12	249	3	1	2	2	3	1	1	2
13	278	3	1	2	2	4	1	2	2
14	205	4	1	3	2	4	1	2	3
15	239	3	1	2	2	3	1	1	3
16	273	2	1	1	2	3	1	1	1



**Groupe II2. : Jeune chef d'exploitation et surfaces en mil-sorgho moyennes**

Order Enq.	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc
1	290	1	1	3	2	4	1	4	4
2	229	2	3	3	2	4	1	2	4
3	276	2	2	3	2	4	1	3	4
4	264	1	1	1	2	3	1	2	2
5	256	1	1	1	1	3	1	1	2
6	287	1	1	2	2	3	1	1	2
7	245	2	1	2	2	3	1	2	2
8	248	3	3	3	3	4	1	3	3
9	211	2	1	1	2	3	1	1	2
10	217	2	1	1	2	3	1	1	2
11	240	2	1	1	2	3	1	1	2
12	251	2	2	2	3	5	1	2	2
13	266	2	1	1	2	3	1	1	2
14	267	2	1	1	3	3	1	1	2
15	275	2	2	2	2	4	1	1	1
16	252	3	1	3	2	3	1	2	4
17	259	3	2	2	2	4	1	2	2
18	234	3	1	3	2	3	1	3	2
19	204	4	4	3	3	4	1	3	4
20	226	4	2	3	3	4	1	2	4

**Groupe III : Surfaces en maïs faibles à nulles (inférieures ou égales à 1ha)**

**Groupe III1. : Chef d'exploitation d'âge moyen et surfaces en mil-sorgho très réduites**

Order Enq.	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc
1	291	4	1	1	1	2	0	1	2
2	288	4	1	1	1	3	0	1	1
3	228	3	1	0	1	2	0	1	1
4	270	3	1	0	1	3	0	1	1
5	233	3	1	1	1	3	0	1	1
6	253	2	1	0	1	1	0	1	1
7	254	2	1	0	1	1	0	1	1
8	255	2	1	0	1	1	0	1	1

**Groupe III2. : Jeune chef d'exploitation et surfaces en mil-sorgho moyennes (pour une faible TOT)**

Order Enq.	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	MAIc	SORc	MILc
1	265	1	1	1	1	3	0	1	1
2	285	1	1	1	1	3	0	1	1
3	260	1	1	1	2	2	0	1	2
4	280	1	1	1	1	2	0	1	2
5	215	1	1	1	2	3	0	2	2
6	220	1	1	1	2	3	0	2	2
7	224	1	1	1	1	3	0	1	2
8	237	1	1	1	1	3	0	1	2
9	268	1	1	1	2	3	0	2	2
10	283	1	1	1	1	3	0	1	2
11	213	2	1	1	1	1	0	2	2
12	221	2	1	1	1	2	0	1	2
13	208	2	1	1	2	3	0	1	2
14	282	2	1	1	2	3	0	2	2
15	289	2	2	2	2	3	0	1	3
16	210	2	1	2	2	4	0	2	3
17	218	3	1	1	1	3	0	2	2
18	231	3	1	1	2	3	0	2	2
19	257	3	1	1	1	3	0	1	2
20	271	3	1	1	1	3	0	2	2
21	274	3	1	1	1	3	0	2	2
22	261	3	2	1	1	5	0	2	2
23	227	3	1	2	2	3	0	2	2
24	262	3	1	2	2	3	0	2	3
25	219	3	2	3	3	4	0	3	3
26	236	3	2	3	3	4	0	4	3
27	263	4	2	2	3	4	0	2	3

## ANNEXE 6 : Groupes d'exploitations à Siramana

Tableau 10 : Présentation des groupes d'UP de Siramana

**Groupe I : faible surface cultivée, peu ou pas de mil sorgho mais cela représente un % élevé de l'assolement**

Ordre Enq	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	SORc	%SORc	MILc	%MILc
1	338	1	0	0	1	1	0	3	0	3
2	333	1	1	0	1	3	0	2	0	2
3	310	2	0	0	2	3	0	2	0	2
4	303	2	0	0	1	3	0	2	0	1
5	316	3	0	1	1	2	0	1	0	1

**Groupe II : faible surface cultivée, peu ou pas de sorgho, un peu de mil qui représente un % élevé dans l'assolement**

Ordre Enq	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	SORc	%SORc	MILc	%MILc
1	313	2	1	0	1	3	0	0	1	3
2	311	1	1	1	2	4	0	1	3	4
3	337	2	1	0	1	3	0	2	1	3
4	331	1	0	0	2	2	0	0	0	1
5	308	1	1	1	2	3	0	0	0	1
6	339	2	2	1	2	3	0	1	1	2

**Groupe III : faible surface cultivée, peu ou pas de mil, un peu de sorgho qui représente un % élevé dans l'assolement**

Ordre Enq	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	SORc	%SORc	MILc	%MILc
1	309	2	0	0	2	3	1	3	0	1
2	324	3	0	1	2	3	2	3	1	2
3	302	2	1	1	1	3	2	3	1	2
4	315	1	0	1	2	2	1	2	0	1
5	325	3	0	1	2	3	1	2	0	1
6	329	2	1	1	2	4	2	2	0	1

**Groupe IV : surface cultivée moyenne à élevée, avec des superficies en sorgho importantes (y c en %)**

Ordre Enq	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	SORc	%SORc	MILc	%MILc
1	330	3	2	3	1	5	4	2	3	2
2	323	4	2	2	3	4	3	3	2	1
3	319	3	1	2	3	4	3	3	3	2
4	312	2	1	2	3	4	3	3	2	2
5	318	3	1	2	3	4	3	3	2	1
6	335	4	2	2	3	4	3	2	0	1
7	326	4	1	2	3	4	3	2	2	1
8	305	3	0	1	2	4	3	1	3	1

**Groupe V : surface cultivée moyenne à élevée, mais faibles superficies en sorgho (y c en %)**

Ordre Enq	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	SORc	%SORc	MILc	%MILc
1	314	3	1	2	2	4	0	1	1	1
2	306	2	1	2	2	4	1	1	2	1
3	336	3	2	2	4	4	1	1	1	1
4	307	2	2	3	4	4	1	1	4	2
5	334	2	1	1	3	4	1	1	2	2
6	321	3	4	2	3	4	2	1	1	1

**Groupe VI : faibles surfaces cultivées, peu ou pas de mil-sorgho, y compris en % de l'assolement**

Ordre Enq	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	SORc	%SORc	MILc	%MILc
1	317	4	1	1	2	3	1	1	1	1
2	320	3	1	1	3	3	1	1	1	1
3	328	4	1	1	3	4	1	1	1	1
4	332	3	1	1	1	3	1	1	1	1
5	327	2	1	2	3	4	2	2	2	2
6	304	3	2	3	4	5	2	3	1	2

**Groupe VII : Grandes exploitations, MO importante, équipées en tracteurs, élevage développé, surfaces en mil-sorgho importantes (pas en %)**

Ordre Enq	Code UP	AGEc	UBTc	TOTc	POPc	EQUc	SORc	%SORc	MILc	%MILc
1	301	4	4	5	4	5	4	1	4	1
2	322	4	4	5	4	5	4	1	4	1

## **Codage et calcul des coûts et des quantités**

### **Fichier raison changement :**

Codification de la colonne évolution dans l'assolement :

1 = diminution ; 2 = maintient ; 3 = augmentation

Colonnes raisons :

1 = oui ; 2 = non

### **Calcul des coût dans le fichier parcelle :**

Main d'œuvre : 750 CFA/jour

Charrue : 2500 CFA/jour

Semoir : 2500 CFA/jour

Multiculteur : 2500 CFA/jour

Pompe (herbicide) : 1000 CFA/jour

Tracteur : 12500 CFA/ha

Remarque : dans le fichier résultats, les coût sont calculés par hectare

### **Calcule des quantités produites et vendues :**

Sac : 100 Kg

Sachet : 1 Kg

Tracteur mil : 900 Kg

Tracteur maïs : 1400 Kg

Tracteur sorgho : 1600 Kg

Charrette mil : 300 Kg

Charrette maïs : 350 Kg

Charrette sorgho : 400 Kg

Charrette 4 roues mil : 400 Kg

Charrette 4 roues sorgho : 500 Kg