

**LES RELATIONS AGRICULTURE-ELEVAGE
ET LE DEVENIR DES SYSTEMES DE PRODUCTION
FONSEBOUGOU SUD-MALI.**

MEMOIRE

présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA)
et du Diplôme d'Agronomie Approfondie (DAA).

Mention: "Economie du developpement agricole, agro-alimentaire et rural".

par

KEBE DEMBA

DIRECTEUR DE STAGE:
Michel BENOIT-CATTIN (CIRAD/DSA)

OCTOBRE 1989

**LES RELATIONS AGRICULTURE-ELEVAGE
ET LE DEVENIR DES SYSTEMES DE PRODUCTION
FONSEBOUGOU SUD-MALI.**

MEMOIRE

présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA)
et du Diplôme d'Agronomie Approfondie (DAA).

Mention: "Economie du developpement agricole, agro-alimentaire et rural".

par

KEBE DEMBA

DIRECTEUR DE STAGE:
Michel BENOIT-CATTIN (CIRAD/DSA)

OCTOBRE 1989

SOMMAIRE

AVANT PROPOS	2
PROBLEMATIQUE GENERALE	3
CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA ZONE MALI - SUD	4
Une région à forte croissance démographique	5
Caractéristiques physiques	6
La région et l'emprise du coton	6
Une saturation foncière accentuée par les effectifs animaux	7
La gestion de fertilité	9
PREMIERE PARTIE	14
Caractéristiques du village.	14
Chapitre I COTON et SYSTEMES DE PRODUCTION	16
Besoins en terre	17
la traction animale	18
Le coton et les ressources en travail	19
Le coton et les besoins en consommations intermédiaires	20
Chapitre II COTON ET SYSTEMES DE CULTURE	26
Les productions végétales	26
Les productions animales	31
DEUXIEME PARTIE	41
MODELISATION DU SYSTEME AGRAIRE VILLAGEOIS DE FONSEBOUGOU	41
Chapitre I LA PROGRAMMATION LINEAIRE EN TANT QU'OUTIL D'ANALYSE	42
Présentation théorique rapide de la programmation linéaire.	43
Description de la matrice utilisée.	44
Chapitre II DESCRIPTION DU MODELE RETENU.	46
Les différentes activités	47
Chapitre III LES RESULTATS DU MODELE	54
Situation de base.	55
Les changements techniques et leurs effets.	56
Effets de l'introduction d'une sole fourragère à base de stylosanthès.	57
Effets de l'environnement économique	59
CONCLUSION GENERALE.	63

RESUME

Le devenir des systèmes de production dans la zone cotonnière du MALI-SUD, compte tenu de l'évolution démographique et de l'environnement technico-économique, semble dépendre en grande partie de la nécessaire mais difficile intégration des productions animales et des productions végétales.

Ce problème est abordé en adoptant dans un premier temps une démarche empirique de la production agricole; en utilisant des données historiques sur quelques exploitations suivies et des résultats d'expérimentations ponctuelles effectuées en milieu réel par la recherche système; cette approche a permis de mieux poser le problème.

Dans le souci de faire une analyse plus prospective en testant l'impact de certaines hypothèses techniques (introduction d'une sole fourragère par exemple) et économiques (effets de la variation du prix des intrants et des produits agricoles); les différentes informations souvent trop dispersées provenant d'années différentes ont été réunies dans un modèle d'ensemble cohérent en utilisant comme outil d'analyse la programmation linéaire appliquée au niveau du système agraire villageois.

Ce modèle simple rend compte de l'équilibre actuel entre les zones de parours, les jachères et les zones de culture.

Les résultats du modèle mettent en évidence que l'intégration des productions animales et des productions végétales est fonction non seulement d'une éventuelle modification des pratiques traditionnelles de gestion des ressources (le système avec sole fourragère s'est avéré plus économe plus autonome et plus productif), mais aussi des incitations de l'environnement économique (valorisation des productions animales, organisation du marché céréalier, prix des intrants).

AVANT PROPOS

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'un programme de Recherche sur les systèmes de production rurale mené conjointement par l'Institut d'économie rurale du MALI et l'institut Royal des Régions tropicales (Amsterdam, Pays Bas) auquel nous avons participé depuis 1984.

La présente étude a été rédigée au sein du Département Systèmes Agraires du CIRAD sous la direction de Monsieur Michel BENOIT-CATTIN, Economiste et chercheur dans le dit Département.

Qu'il veuille bien trouver ici, l'expression de ma profonde reconnaissance pour son engagement personnel et sa confiance qui m'ont beaucoup aidé au cours de ce travail.

Je dois plus particulièrement remercier :

- Monsieur Jean Luc SABATIER, Ingénieur Agronome, Chercheur à l'IRAT, pour son appui scientifique dans la mise au point des coefficients techniques du modèle et les premiers étalonnages.
 - Le professeur Peter H. CALKINS de l'Université de Laval (CANADA) pour m'avoir aidé à mieux structurer et affiner les analyses.
 - Le professeur Philippe LACOMBE et ses collègues de l'ENSAM, de la Faculté de Droit et Sciences Economiques et de l'IAM ; pour la qualité des enseignements reçus.
 - Monsieur Paul KLEENE, Economiste DSA, pour son soutien matériel et la mise à notre disposition de l'importante documentation sur la zone d'étude.
 - La Direction de l'IER (Institut d'économie rurale), la Division de Recherche sur les Systèmes de Production Rurale et le KIT (Institut Royal des tropiques, AMSTERDAM) pour nous avoir donné l'occasion d'approfondir nos connaissances et de bénéficier de l'expérience de chercheurs confirmés.
 - Sans oublier toutes celles et ceux qui m'ont aidé à réaliser ce document.
- Qu'ils trouvent tous ici, l'expression de ma profonde gratitude.

PROBLEMATIQUE GENERALE

La préservation et l'amélioration des aptitudes productives de la terre, au niveau d'une zone où l'activité agricole occupe au moins 92% de la population, semblent être des conditions *siné-qua non* à l'amélioration du niveau de vie des exploitants agricoles. Cependant, l'évolution actuelle des systèmes de production, (forte croissance démographique, réduction de la jachère dans l'espace et dans le temps, augmentation relative du prix des intrants et la tendance vers la vérité des prix" etc...)

fait que le potentiel productif se trouve quelque peu menacé.

Plusieurs travaux de recherche sont en cours aussi bien au niveau parcellaire qu'au niveau régional.

Ces différentes recherches, semblent privilégier les aspects relations agriculture-élevage en vue de donner au système une plus grande flexibilité par rapport à la situation actuelle, où le coton constitue la principale culture de rapport et sur lequel repose l'ensemble du système.

C'est dans ce cadre que se situe notre étude dont l'objectif est l'exploration des alternatives techniques susceptibles d'être adoptées par les agriculteurs dans un objectif d'autosuffisance et de sécurité alimentaires ainsi que la satisfaction des besoins monétaires.

Elle se situe en effet dans le prolongement des travaux de recherches agronomiques et agrostologiques menés par l'équipe de recherche-systèmes au niveau de la zone MALI SUD.

Il s'agit pour nous d'une mise en équation des déterminants agrotechniques et socio-économiques au niveau d'un système agraire villageois en vue d'amorcer une discussion sur les différentes possibilités de préservation du potentiel productif.

Ces déterminants sont à la fois structurels (effet cumulé d'un accroissement naturel de la population et d'un processus d'immigration amorcé depuis quelques années, extension des superficies cultivées, augmentation des effectifs animaux etc...), et conjoncturels (évolution du prix des produits et des intrants agricoles de plus en plus défavorable aux agriculteurs, manque de débouchés pour les productions animales).

CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA ZONE MALI - SUD

La zone dite MALI-SUD est une zone à haut potentiel de production à l'échelle du MALI où " l'agriculture demeure la principale source de revenus pour plus de 85% de la population et dont la plupart des actifs du pays (environ 84%) sont employés dans le secteur rural. En effet, l'essentiel de la production agricole contribuant pour 50% à la formation du PIB et constituant la principale source de devises grâce aux revenus d'exportation du coton, provient de la dite zone. Elle produit 95% de la production nationale en coton".(CMDT,1988 p1)

Cependant, cette région se trouve sous l'emprise d'une dynamique aussi bien d'origine interne que d'origine externe qui fait que la préservation de ce potentiel productif semble être sérieusement menacée.

Il s'agit en premier lieu d'une forte croissance démographique résultante d'un taux de croissance naturelle élevé de l'ordre de 2,5% et d'un fort mouvement migratoire venu du Nord du pays;

- l' extension des superficies cultivées en coton, principale culture de rapport s'explique par une intégration verticale : organisation de la production en amont à travers une fourniture d'intrants; un encadrement technique intégré et la commercialisation par la CMDT organisme de développement régional;

- des effectifs animaux qui s'accroissent en liaison avec la population humaine, l'enrichissement des agriculteurs et la diffusion de la culture attelé bovine ainsi que la sédentarisation des Peuhls transhumants.

A cette dynamique s'ajoutent les effets des politiques agricoles mises en oeuvre:

- le prix relatif des produits agricoles et des intrants agricoles devient plus en plus défavorable aux agriculteurs;

-la dérèglementation du marché céréalier découragerait l'utilisation de consommations intermédiaires (engrais, herbicides) concernant le maïs en culture pure.

Cette situation se traduit à terme par une accentuation de la pression sur les ressources naturelles pouvant aboutir à la dégradation de l'écosystème défini comme "l'ensemble des éléments et des relations intéressant les ressources naturelles, les techniques existantes et la société qui les utilise" (LABONNE M. 1982): appauvrissement

des terres cultivées, dégradation du couvert végétal accentuation des phénomènes d'érosion hydrique etc.

Une région à forte croissance démographique

La population de la zone est estimée 2 324.000 habitants à 96% ruraux avec un taux de croissance de l'ordre de 2,5% par an pouvant atteindre dans certains endroits 3%; soit 30% de la population du MALI qui n'occupe que 8% du territoire national.

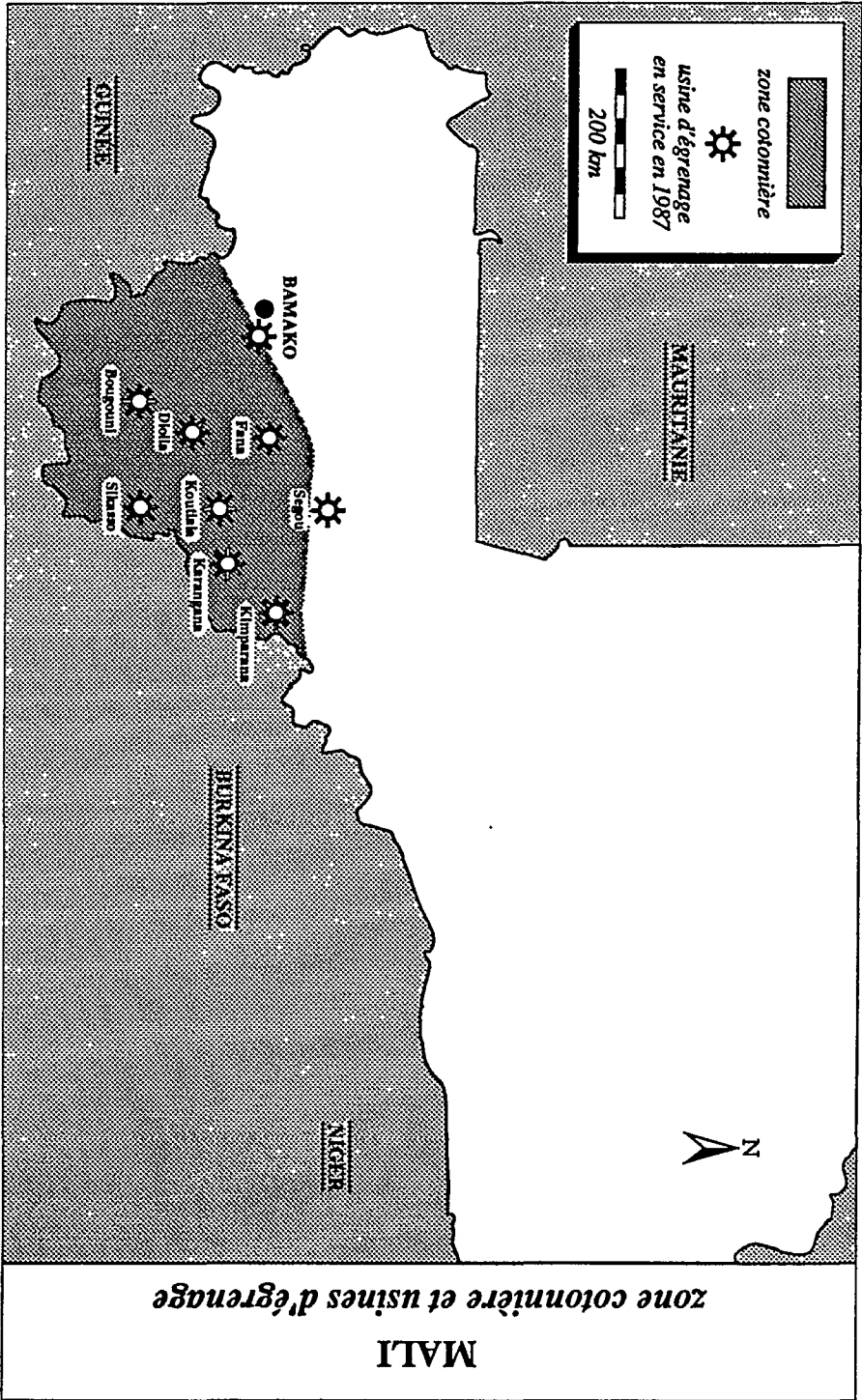
La densité de population est de l'ordre de 24 habitants au km² contre 7 habitants au km² pour l'ensemble du pays.

Cette pression démographique semble s'accroître par l'arrivée de population immigrée venue des régions Nord du pays et particulièrement concentrée au niveau des régions les plus productives de la zone (Koutiala, Sikasso). La DRPS notait à cet effet que plus de 20.000 immigrants venus du Nord se sont installés dans le seul cercle de Sikasso après une année de sécheresse.

TABEAU: Démographie et encadrement

	1982	1983	1984	1985	1986
-Population (en 1000 habitants)					
a) Pop.totale MALI	7032	7187	7331	7478	7628
b) Pop.totale de la zone	2142	2189	2233	2278	2324
% b/a	30	30	30	30	30
c) Nombre total de villages et hameaux	3762	3800	3838	3872	3913
d) Nombre total d'exploitations agricoles	107409	108494	109590	117759	125172

Source CMDT. Rapport annuel 1986/87 - 8.



Caractéristiques physiques

Le climat varie du type soudanien dans la frange Sud avec une pluviométrie moyenne de l'ordre de 1200 mm à Soudano-sahélien dans la frange Nord avec une pluviométrie de l'ordre de 700 mm par an. Cependant, la sécheresse persistante des dernières années a réduit cette pluviométrie d'environ 200 mm du Nord au Sud (BONNET, 1988/89).

- La végétation varie de savanes herbeuses au Nord aux savanes arbustives à arborées au Sud (A.AUBREVILLE, 1969; J. TROCHAIN, 1987; BERTHE, 1984).

Les cultures dominantes au niveau de la zone sont le coton, les céréales (Sorgho, Petit-mil, maïs); avec des cultures secondaires représentées par le riz (bas-fonds), l'arachide (surtout dans le Nord) et le fonio (Kleene et al. ; 1988.5).

L'élevage bovin (troupeau extensif associé aux exploitations agricoles, troupeau intégré ainsi que le troupeau extensif des peuhls transhumants) est de plus en plus important.

La région et l'emprise du coton

L'introduction de cette spéculation comme culture de rapport remonte aux années 1950.

Son adjonction par juxtaposition au système de culture traditionnelle dominé par les mil - sorgho a progressivement entraîné des transformations au niveau de l'ensemble.

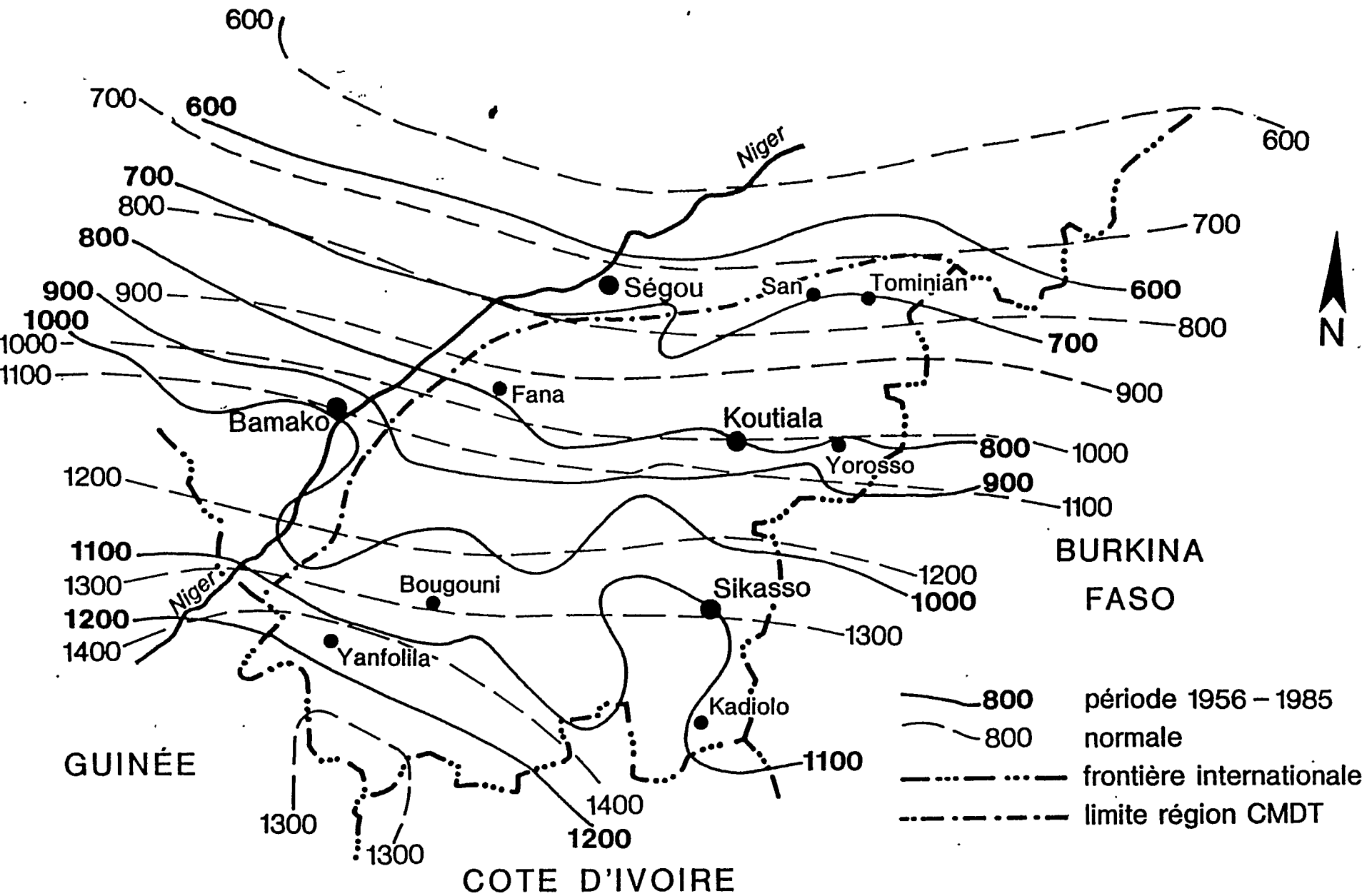
- La disponibilité de certaines ressources productives notamment la terre (jachère de longue durée, friche) et le travail (abondance d'une main d'oeuvre familiale au niveau des familles élargies) a permis une relative extension du système de production. De plus, cette extension est accélérée par la culture attelée bovine.

La production totale de coton de la zone est passée de 50.032 tonnes en 1973-74 à 247.000 tonnes en 1988-89, soit une augmentation de l'ordre de 394% en quinze ans.

Cet accroissement du volume de la production semble être la résultante de deux phénomènes:

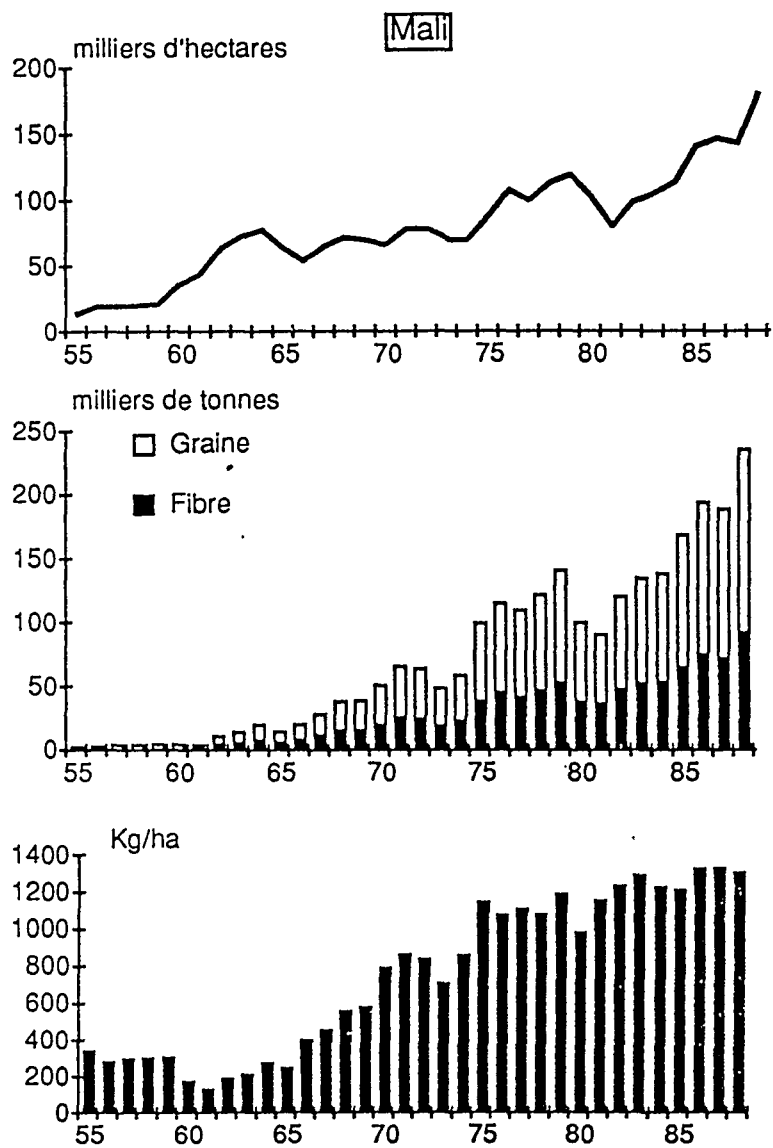
- un accroissement des superficies de l'ordre de 175% en 1973-74 à 1988-89 qui expliquerait selon la CMDT 80% de la production, (extension des superficies au niveau des exploitations déjà équipées et l'équipement des exploitations en culture manuelle);

Carte no. 2 Evolution de la pluviométrie en zone Mali-Sud

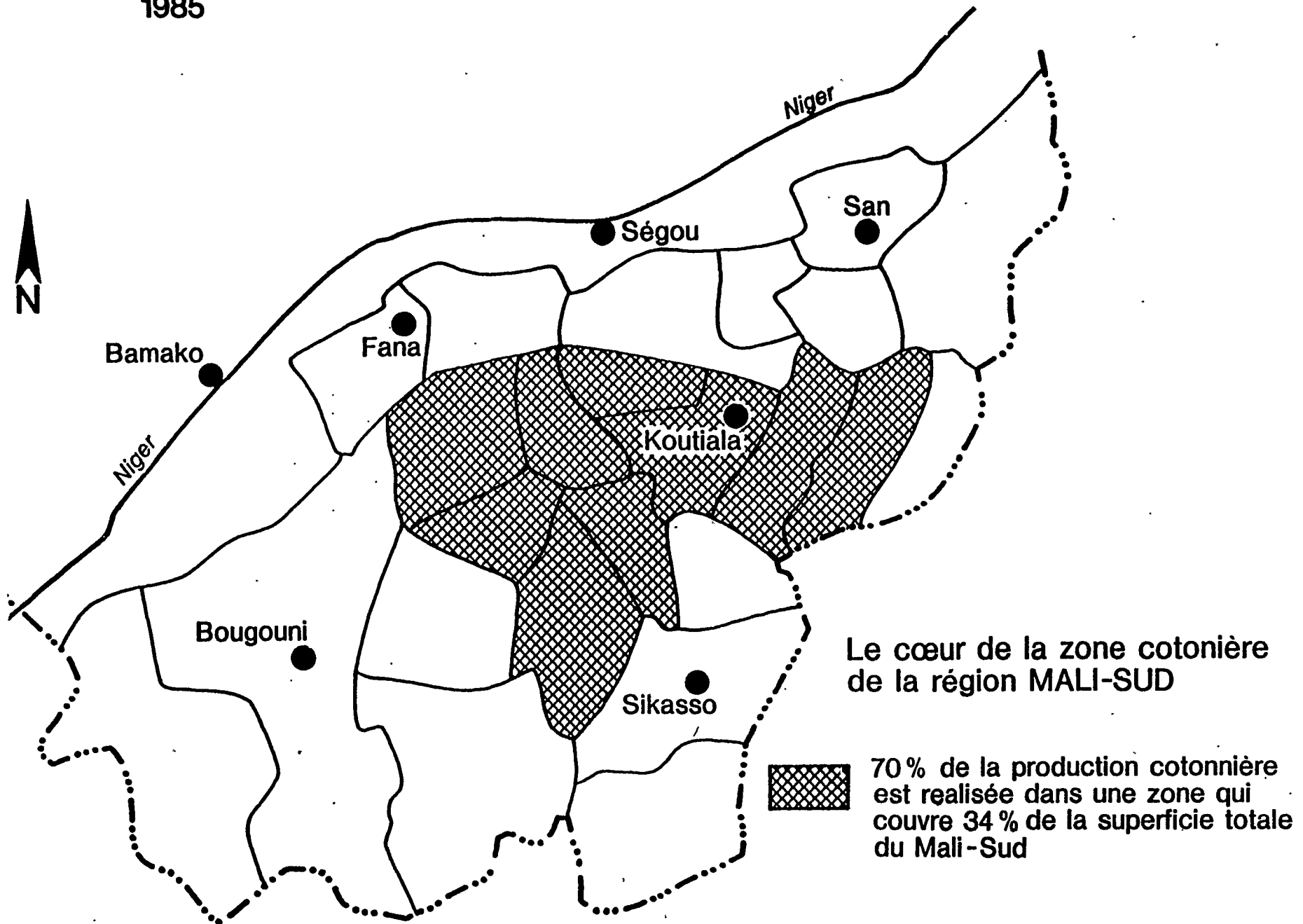


EVOLUTION DES SUPERFICIES DE LA PRODUCTION ET DES RENDEMENTS

(Ensemble Mali-Sud 1955 - 1988)



Zone Mali-Sud, Régions CMDT et coeur de la zone de production cotonnière,
1985



- une amélioration de la productivité de la terre qui expliquerait les 20% de la production. Les rendements se sont cependant stabilisés autour de 1100 - 1300 kg / ha et ce depuis 1975.

Il faut enfin noter que l'essentiel de cette production cotonnière, environ 70% provient de 34% de la superficie totale de la zone MALI-SUD se situant dans la frange sud .(KLEENE, 1988)

Le caractère inextensible de la terre fait que ces zones considérées comme à fort potentiel de production sont en voie de saturation avec des risques de dégradation de l'écosystème. En plus, la forte demande du coton en main d'oeuvre surtout pour les récoltes qui restent manuelles en limite les gains de productivité du travail (cf graphiques).

Une saturation foncière accentuée par les effectifs animaux

La zone MALI Sud, de par son haut potentiel de production, a connu un fort accroissement des effectifs animaux. Cette situation semble s'expliquer par deux phénomènes importants :

- l'accumulation au sein des exploitations agricoles rendue possible grâce aux revenus coton et la culture attelée bovine;

- une sédentarisation des peuhls transhumants venus de la zone Nord du pays suite aux années de sécheresse.

La zone selon la CMDT compte actuellement 1.600.000 bovins dont 740.000 appartiennent aux exploitations encadrées et 1.000.000 d'ovins-caprins. Le chiffre des bovins devrait atteindre 1.900.000 en 1994-95 si la tendance migratoire se poursuit (CMDT, 1988-p137).

Un tel type d'élevage dit "extensif" avec des performances faibles en plus de la croissance démographique et l'accroissement des superficies du au coton, ont pour conséquences d'accélérer les phénomènes de dégradation sus-mentionnés.

Ceci pose le problème du passage de l'extensif à l'intensif (usage plus intensif du facteur terre qui devient limitant) lorsqu'un certain seuil technique de préservation des aptitudes productives de la terre est atteint. Le problème est d'autant plus difficile que l'environnement économique est de plus en plus défavorable.

TABEAU : STATISTIQUE SUR L'ELEVAGE EN ZONE COTONNIERE AU MALI

	EFFECTIFS (en milliers de têtes)			SUPERFICIES (milliers de Km3)		DENSITE			
Régions CMDT	TOTAL BOVINS	BOVINS DE TRAIT	PETITS RUMINANTS	TOTAL	CULTIVEE	UBT/Km2	PAIRES DE BOEUFs/Km2 cultivé	BCA/BOV EXTENSIF	SURF. CULT. /SURF. TOT.
FANA	237	47,3	410	14,4	1,06	15,4	22,3	0,25	7,4 %
BOUGOUNI	452	17,5	191	37,1	0,49	9,2	17,9	0,04	1,3 %
SIKASSO	294	32,8	125	20,7	0,68	11,00	24,1	0,13	3,3 %
KOUTIALA	453	74,7	223	17,4	2,02	20,8	18,5	0,20	11,6 %
SAN	111	39,7	290	12,7	1,19	9,3	16,7	0,56	9,4 %
MALI - SUD	1547	212	1239	102,3	5,46	12,4	19,4	0,16	5,3 %
MALI	4899	400	10382	1240	23,50	3,7	8,5	0,09	1,9 %
SOURCES	DNE	CMDT	DNE	M. PLAN	IRCT				
	1985	1986	1985		1982				

BCA = Bovins de trait

SOURCE CMDT, 1988 - Annexe 16 - A

Les normes de conversion retenues pour l'estimation des charges sont :

1 bovin extensif = 0,7 UBT

1 petit ruminant = 0,1 UBT

1 boeuf de trait = 1 UBT

(superficie évaluée par plani-métrage)

Environnement économique

L'essor que connaît la production cotonnière au Mali par l'amélioration très sensible de ses performances, intervient à un moment où les conditions environnementales sont de plus en plus aléatoires.

- Fluctuations du marché international du coton;

- stagnation du prix au producteur alors que le prix des intrants (prix au producteur) est de l'ordre du prix de revient des mêmes intrants à l'organisme de Développement (CMDT) suite à la mise en oeuvre de la politique de suppression des subventions;

- politiques de dérèglementation du marché céréalier, (OCDE, CILSS, CLUB du SAHEL, 1986) sont de nature à inciter les agriculteurs à utiliser de moins en moins les intrants importés et à compenser la réduction éventuelle du volume de la production par une extension des superficies coton surtout, seule source de revenu garanti pour les agriculteurs.

- la suppression de la vente à crédit de campagne des intrants sur maïs, seule spéculation céréalière considérée au niveau de la zone comme culture de rapport de diversification a entraîné une réduction de ses surfaces au niveau de l'assolement tout en bénéficiant d'une fertilisation organique jadis destinée à la sole coton.

Cependant, l'effet de la suppression des subventions sur les intrants ne semble pas être ressenti au niveau de la productivité de la terre, du moins à court terme, avec des rendements qui se stabilisent autour de 1100 à 1300 kg de coton graine par hectare et ce depuis 1975. (Source base de données RAYMOND. IRCT, 1989, cf tableaux).

Quant aux productions animales qui viennent au second plan par ordre d'importance dans le volume des exportations (28%) contre 44% pour le coton (BONNET, 1988 p4), elles connaissent de sérieuses difficultés liées à l'insuffisance des débouchés qui semblent être réduits aux seuls circuits traditionnels. Dans un tel contexte, les possibilités d'intensification se trouvent limitées. En effet, le principal débouché des productions animales était, jusqu'à une période récente, constitué par le marché de la Côte d'Ivoire mais remis en cause face à la forte concurrence de viandes en provenance de l'extérieur.

La CMDT notait à cet effet que "l'existence de l'énorme marché qui est celui de la Côte d'Ivoire et qui absorbait la presque totalité des animaux commercialisés du Mali

TABEAU : EVOLUTION DES PRIX COTON-GRAINE ET DES INTRANTS - PERIODE 1970 - 1987

ANNEE	COTON - GRAINE	COMPLEXE COTON 14-22-12	UREE 46 N	HERBICIDE COTON	INSECTICI- DE COTON	INDICE DE PRIX COTON BASE 78	INDICE DE PRIX COMPLEXE COTON	INDICE DE PRIX UREE	TOTAL INTRANTS
1978	45	62,5	55,0	n.d	550	100	100	100	100
1979	55	67,5	60,0	n.d	550	122	108	109	105
1980	55	72,5	65,0	1950	600	122	116	112	113
1981	65	105,0	102,5	2000	850	144	168	186	165
1982	65	105,0	102,5	2200	850	144	168	186	165
1983	75	105,0	102,5	2200	850	167	168	186	165
1984	75	105,0	102,5	1375	850	167	168	186	165
1985	85	115	105	1375	850	189	184	190	173
1986	85	145	135	1931	1000	189	232	245	213
1987	85	155	145	1931	1000	189	248	263	223

Adaptation BERCKMOES et AL. 1988 - 20

1978 - Base 100

- Les prix sont exprimés en F.CFA par Kg d'engrais ou par titre
(insecticide et herbicide)

est depuis quelques années fortement perturbé en raison de la concurrence des viandes

dites "extra-africaines" qui inondent le marché" (CMDT, 1988). Dès lors, le souci de préserver un certain niveau de revenu tout en minimisant les coûts, a amené les agriculteurs à accroître les superficies cultivées au détriment des aptitudes productives de la terre à long terme, d'où l'intérêt accordé aussi bien par la CMDT que la Recherche à la Valorisation des ressources dites locales dans le souci de mieux gérer la fertilité de la terre. .

Il apparaît dans le tableau donnant l'évolution des prix du coton et des intrants que les prix des intrants agricoles ont plus que doublé en l'espace de dix ans (123% globalement). Le prix de l'engrais complexe (NPK) a augmenté de 148% et le prix de l'urée de 163% pour la même période alors que le prix de coton-graine n' a augmenté que de l'ordre de 90% .

C'est surtout à partir de 1985 que la situation s'est davantage détériorée : période correspondante à la suppression des subventions sur les intrants.

Les courbes d'utilisation d'engrais minéraux montrent une diminution des doses apportées à l'hectare par rapport à 1985 de l'ordre de 20 kg par hectare et se sont stabilisées autour de 120 kg par hectare de NPK alors que la dose vulgarisée est de 150 kg par hectare. Quant à l'urée, elle a suivi la même tendance que l'engrais complexe et s'est stabilisée autour de 20 kg par hectare contre 50 kg par hectare recommandés.

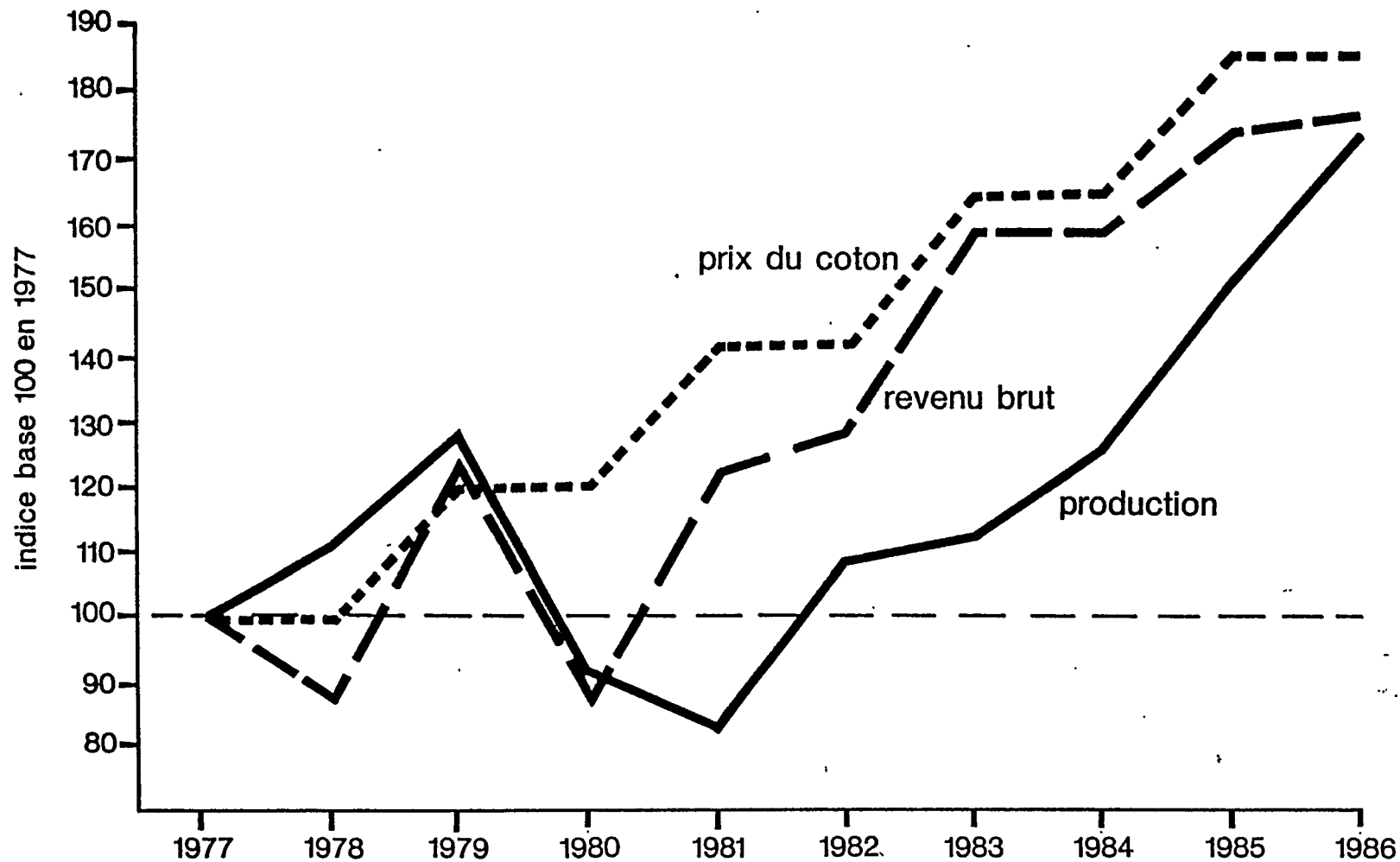
La gestion de fertilité

L'espace rural, selon R. BADOUIN a "le caractère d'un capital, car sa capacité productive est imputable à la fois au travail des hommes mais une fraction de ses aptitudes est due à des facteurs naturels "(BADOUIN, 1979, pp189-192).

Les jachères de longue durée joueraient le rôle de stock d'engrais pour les cultures traditionnelles qui en général ne bénéficient d'aucun apport extérieur.

D'un point de vue agronomique, "la fertilité des sols peut être assimilée à un jugement porté sur le fonctionnement d'un système biologique dont les composantes sont peu nombreuses mais interactives (le sol, le climat, la plante) et en outre soumises à des déterminants techniques, économiques, sociaux et historiques" (BOIFIN et SEBILLOTTE, 1982, PIERI, 1989-29).

Figure Evolution du prix du coton et du revenu brut du producteur
(indices, 1977 = 100) Mali : Zone CMDT



Selon PIERI, le concept de fertilité considéré comme un potentiel de production végétale est fonction des techniques culturales mises en oeuvre et surtout implique un coût d'extériorisation qui, très souvent amène les agriculteurs à prendre en compte le risque dans leur stratégie d'adaptation.

Dans le système traditionnel de défriche-brûlis, avec un coefficient d'intensité culturale (RUTHENBERG, 1980) faible, la régénération de la fertilité est assurée surtout par des jachères de longue durée de 10-15 ans au minimum. Elles permettraient à l'agriculture d'assurer de façon automatique la gestion du patrimoine que constitue la terre. Elles serviraient en même temps de zones de parcours pour le bétail qui exploite en plus l'espace cultivé. En effet, la fin des récoltes marque un début d'accès collectif aux sous-produits aussi bien par les troupeaux villageois que par ceux des peuhls transhumants qui, dans certains cas, peuvent établir des contrats avec les agriculteurs: parages sur les champs en culture continue en échange d'une certaine quantité de céréales (JOUVE, DAVID, 1985).

Selon R. BADOUIN, "aussi longtemps que l'on dispose d'un volume inutilisé de deux facteurs de production que sont la terre et le travail, il n'est nullement nécessaire, en vue d'accroître le volume de la production agricole, de faire appel à d'autres ressources, consommations intermédiaires et les biens d'équipement. Donc, le comportement des agriculteurs qui marquent leur préférence pour un système de production de type extensif est conforme à la logique économique" (BADOUIN, 1985 p124).

L'adjonction par juxtaposition des cultures de rapport, notamment la culture du coton, a profondément modifié cet équilibre.

En effet, l'introduction de la culture cotonnière avec le paquet technique qui l'accompagne s'est faite au détriment des jachères (extension des superficies rendue possible par la culture attelée bovine) ,en plus l'utilisation des consommations intermédiaires d'origine industrielle (engrais minéraux) a contribué à remettre en cause la capacité des mécanismes naturels.

Selon PICHOT et al. cité par PIERI (1986), "les engrais minéraux binaires (NP) ou ternaires (NPK) procurent des augmentations de rendement pendant quelques années mais provoquent un appauvrissement du sol en base et une acidification préjudiciables aux cultures. Cette évolution qui est due aux apports d'engrais azotés se traduit en particulier par l'apparition d'une déficience en potassium et d'une toxicité en aluminium

dont les effets sur l'installation des plantules sont très importants. Les apports de matière organique au sol, enfouissement d'engrais vert et de résidus de récolte ou apport de fumier permettent d'atténuer voire de juguler ces effets néfastes des fumures minérales.

Cependant, selon les mêmes auteurs, l'enfouissement des pailles de sorgho une année sur deux ne suffit pas pour éviter à terme l'acidification et l'appauvrissement en bases. Seuls les apports de fumier qui, compte tenu des doses appliquées, correspondraient au sein d'une exploitation à un véritable transfert de fertilité, permettant de maintenir la productivité du sol" (ibid).

Ceci explique l'intérêt accordé aussi bien par l'organisme de développement que par la recherche à la promotion de la production de fumure organique ou d'une manière générale à la valorisation des ressources dites locales.

En effet, depuis les années 80, la recherche-système à la suite du diagnostic établi a accordé la priorité à la gestion de la fertilité par la recherche des voies permettant d'améliorer les pratiques traditionnelles en matière de gestion des ressources. Ces recherches ont particulièrement porté sur l'intégration de l'élevage à l'agriculture par identification des potentialités locales aussi bien sur les zones cultivées que sur les zones de parcours. Ces recherches sont menées en amont en collaboration avec la recherche thématique et l'organisme de développement de la zone et en aval en étroite collaboration avec les exploitants agricoles.

Nous reviendrons sur ces aspects en détail dans notre étude de cas. Nous donnons dans les tableaux suivants, quelques données régionales en matière de fertilisation minérale et organominérale (ensemble Mali-Sud).

"La suppression de la vente à crédit des engrais destinés au maïs a entraîné une augmentation notoire des superficies ayant reçu la fumure organique (48% en 1986-87 contre 37% en 1985-86) et une diminution concomittente de celles ayant reçu de la fumure minérale (52% en 1986-87 contre 63% en 1985-86); Sur une prévision de commercialisation de 8755 tonnes, seules 2980 tonnes ont été commercialisées par la CMDT au niveau de la zone " (CMDT,1987, p.43).

C'est là l'expression d'une sensibilité des exploitants à la politique de suppression des subventions sur les intrants et la libéralisation des marchés céréaliers.

TABLEAU : FERTILISATION MINERALE DU COTONNIER AU COURS DES 5 DERNIERES CAMPAGNES (EN HECTARE)

LIBELLE	1282/83		1983/84		1984/85		1985/86		1986/87	
	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%	TOTAL	%
ENGRAIS COMPLEXE *	76665	78	93311	89	103321	91	127729	92	121288	83
UREE	54505	56	68971	66	90813	80	118016	85	104770	72

SOURCE CMDT, RAPPORT ANNUEL, 1987-40
NB : COMPLEXE : 14% N, 22% P2O5, 12% K2O
UREE : 46% N

TABLEAU : FERTILISATION ORGANO-MINERALE EN MAIS INTENSIFIE (OU AMELIORE - ZONE MALI SUD)

	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	1986/87
SUPERFICIE TOTALES (HA)	27.230	31.203	38.167	49.272	53.496
AVEC COMPLEXE	15.572	17.793	22.792	31.059	27.729
% SUPERFICIES TOTALES	57	57	60	63	52
AVEC UREE	15.572	17.793	22.792	31.059	27.729
% DES SUPERFICIES TOTALES	57	57	60	63	52
AVEC FUMURE ORGANIQUE	11.658	13.410	15.375	18.213	25.767
% DES SUPERFICIES TOTALES	43	43	40	37	48

SOURCE CMDT, RAPPORT ANNUEL 1987 - 43

La principale voie de transfert de fertilité va des espaces non cultivés qui se réduisent de plus en plus aux espaces non cultivables, vers les espaces cultivés qui augmentent.

Selon BREMAN cité par BERCKMOES (1988) pour fertiliser sans recours aux fertilisants minéraux, un hectare cultivé à base de fumure organique, il faut 15 hectares de pâturage dans le contexte actuel du Mali-Sud. Les productions de fumure organique (fumier) sont très faibles, de l'ordre de 600 kg de matière sèche de fumier par UBT par an pour la zone de Fonsébougou (VAN CAMPEN, KEBE, 1986).

Quant aux fertilisations minérales, dans la plupart des cas, elles sont limitées à la sole coton avec des doses très souvent révisées à la baisse compte tenu de l'évolution des prix sus-mentionnée. La culture pure du maïs bénéficiait des mêmes avantages (vente à crédit sur campagnes des intrants minéraux); mais depuis la dérèglementation du marché céréalier, on assiste à une réduction considérable des quantités apportées.

Cette brève analyse de la situation agricole du Mali-Sud révèle que la fonction de production et de reproduction assurée par la terre au niveau du système de production traditionnel semble être menacée d'une part à cause de la dynamique interne liée au fonctionnement du système:

- la forte croissance démographique due à un effet cumulé d'un taux d'accroissement naturel de l'ordre de 2,5% et d'un mouvement migratoire des sociétés pastorales venues du Nord;

- l'accroissement des superficies;

- augmentation des effectifs d'animaux.

D'autre part, une dynamique externe liée en grande partie aux aléas d'une culture de rapport (coton) dont les termes de l'échange sont de plus en plus défavorables aux agriculteurs: stagnation du prix du coton, augmentation du prix des intrants agricoles. Le problème central semble être l'interaction entre d'une part, une pression de plus en plus accrue sur les ressources naturelles et d'autre part, un environnement économique de plus en plus défavorable.

Plan du Mémoire

Nous étudierons dans une première partie, l'évolution des systèmes productifs en deux chapitres:

- les systèmes de production se rapportant aux "combinaisons des ressources productives mises en oeuvres, aux dosages opérés par les producteurs entre les principaux facteurs de production: ressources naturelles, travail, consommations intermédiaires et les biens d'équipement" (BADOUIN, 1987 p23)

- le système de culture, désignant les combinaisons culturelles adoptées par les agriculteurs, "l'ensemble plus ou moins structuré des productions végétales et animales retenues par eux".

Nous n'avons pas inclus d'une manière détaillée le troisième aspect du système productif qui est le système d'exploitation relatif au mode de fonctionnement des unités de production.

Ceci tient au fait que notre échelle d'analyse se situe au niveau du système agraire villageois et se rapporte par conséquent, au fonctionnement d'ensemble d'un village situé en zone cotonnière et qui fait l'objet de recherches depuis plus d'une décennie et pouvant être considéré comme anticipant sur le devenir des autres villages de la région. En effet ce village (Fonsebougou) se caractérise surtout par une réduction sensible de la surface agricole utile de l'ordre de 30% des surfaces totales du village, et où les phénomènes de dégradation ont été constatés depuis les années 80. Plusieurs interventions ont eu lieu en vue de limiter les effets (VAN CAMPEN, KEBE, 1986 - VAN CAMPEN, VAN der POEL, 1988).

Dans la deuxième et dernière partie, nous partirons de la synthèse des résultats et essais pour faire une analyse plus prospective par référence à ce même village, en utilisant la programmation linéaire dont on connaît l'efficacité et les limites (BOUSSARD, 1971 - BOUSSARD, 1988 - CALKINS et al., 1983).

Cette partie comporte trois chapitres:

- la programmation linéaire en tant qu'outil d'analyse;
- la description du modèle retenu;
- les résultats du modèle et leur interprétation.

PREMIERE PARTIE

LE VILLAGE de FONSEBOUGOU

L'articulation entre l'extension des superficies cultivées d'une part et le souci de maintenir voire d'améliorer les aptitudes productives de la terre d'autre part, est fonction à la fois des déterminants intérieurs et extérieurs au système agraire villageois. Ce sont ces différents aspects qui seront discutés dans cette première partie à travers une analyse du système productif à l'échelle d'un village, celui de FONSEBOUGOU.

Notre choix se justifie d'une part par la disponibilité d'un certain nombre de résultats de recherches, aussi bien au niveau des exploitations qu'au niveau du village en matière de relations agriculture-élevage et de préservation des capacités productives de la terre auxquelles nous avons participé et d'autre part parcequ'on peut considérer que ce village anticipe sur l'évolution technique et agraire de la zone.

Nous nous proposons d'analyser l'évolution des systèmes productifs en nous servant de données exhaustives recueillies auprès de neuf exploitations suivies et des résultats d'essais et tests en milieu paysan.

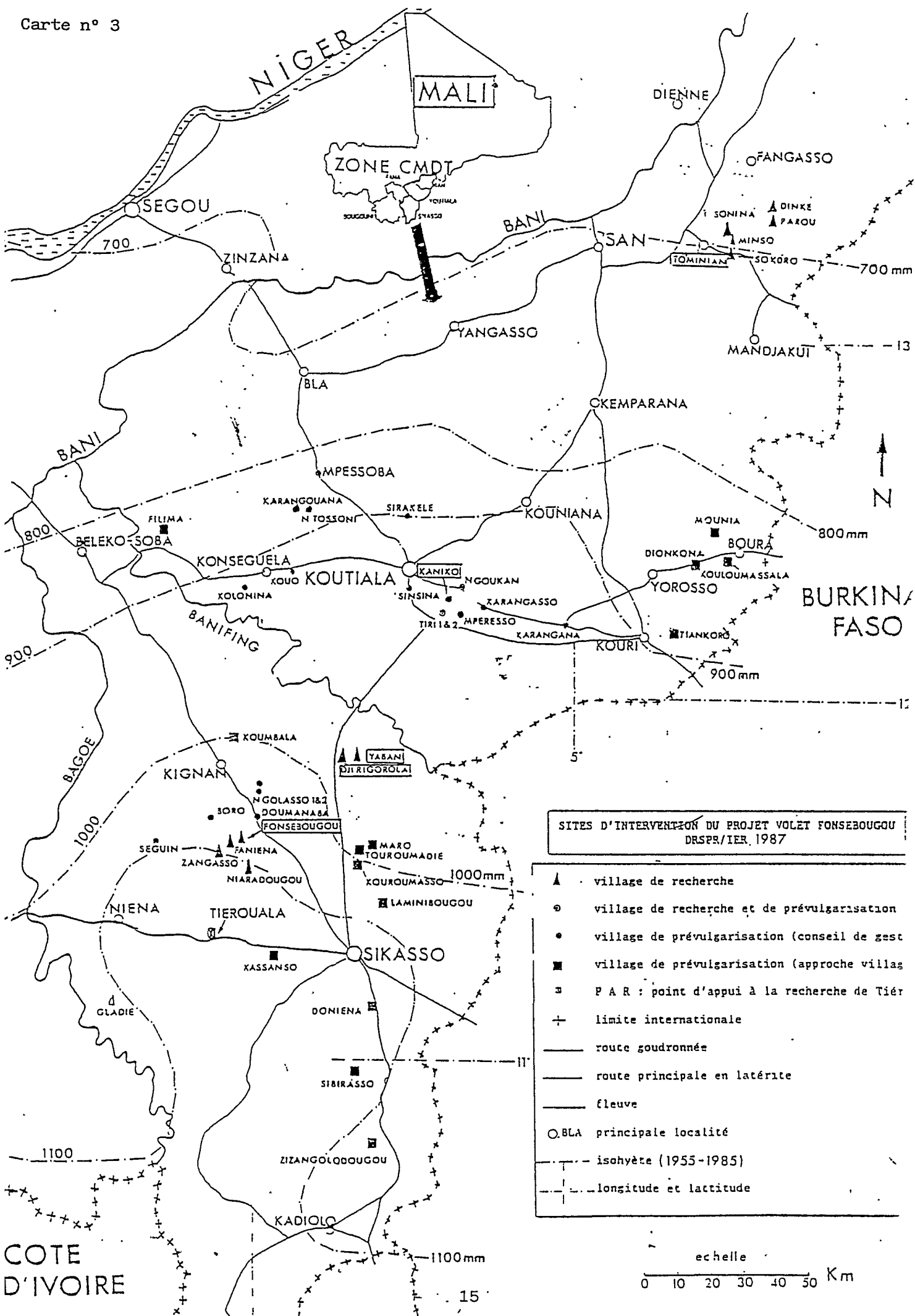
Caractéristiques du village.

Le village de Fonsébougou, est situé dans la frange sud de la zone MALI-SUD et fait parti d'un ensemble de quatre villages qui ont fait l'objet de recherche système depuis plus d'une décennie.

Les principales caractéristiques du village ont été largement abordées par Kleene et al. 1989. Nous nous contenterons d'en faire quelques extraits par rapport à notre problématique.

Selon ces auteurs, le village de Fonsébougou se caractérise par une population dominée par l'ethnie Senoufo dont l'agriculture traditionnellement constitue l'activité principale avec cependant un début d'apparition d'une nouvelle fonction d'agro-éleveur rendue possible grâce à la culture attelée bovine et au revenu coton qui ont permis la constitution d'un noyau d'élevage associé aux exploitations agricoles.

Le village d'environ 1000 habitants est constitué de plusieurs familles qui sont considérées comme "les plus grandes unités sociales qui regroupent l'ensemble des ménages reconnus comme descendants d'un même ancêtre" (KLEENE, 1989). Les



concessions quant à elles regroupent une ou plusieurs unités familiales constituant les exploitations agricoles qui peuvent prendre des formes simples ou composées.

TABLEAU: Evolution des principales caractéristiques des systèmes productifs
(ensemble des quatre villages).

	1977	1987/88
Population totale	2170	2442
Nombre d'exploitations	108	124
% exploitations non équipées	32%	3%
% populations en déficit céréaliier	---	10%
Nombre de bovins	---	2045
Nombre de boeufs de labour		647
Superficie totale cultivée (hectares)	993	1564
Superficie totale cultivée par exploitation	9,00	13,00
Superficie totale cultivée par habitant (hectare)	0,45	0,64
Superficie cultivée en coton	316	667
% superficie cultivée qui l'est en coton	32%	43%
Production coton (kg)	389200	961902
Rendement coton (6) (kg/ha)	1232	1445

Source Kleene et al. 1989 - 16.

0943
1398
1916

N.B. Le recensement de 1977 a été réalisé de manière plus précise que celui de 1987 selon les auteurs, ce qui expliquerait le faible taux d'accroissement de la population: 12,5% en l'espace de dix ans alors que le taux de la croissance annuelle pour la région est estimé à 3% selon le recensement de 1976 (DRPS, 1988).

Pour la même période, la superficie totale cultivée a augmenté de 68% alors que celle du coton a doublé (+102%). En faisant une analyse comparée de l'évolution des superficies par personne permanente, on s'aperçoit que la situation en 1977 est proche d'une situation en culture manuelle en transition avec la culture attelée bovine 0,45 hectare par personne permanente pour l'ensemble des quatre villages en 1977 contre 0,40 hectare par personne permanente pour les exploitations en culture manuelle (ensemble de la zone cotonnière) alors qu'en 1987, on a 0,64 hectare par personne permanente contre 0,60 hectare par personne permanente caractéristique des exploitations en culture attelée (BIGOT, 1987). Le rendement moyen du coton (1445 kg/ha) aurait augmenté d'environ 20%. Cependant, cette moyenne bien que légèrement supérieure à la moyenne régionale (1300kg/ha) cache des disparités internes entre agriculteurs.

Les productions céréalières quant à elles ont subi très peu d'amélioration pendant cette période, excepté le maïs qui a fait l'objet d'une amélioration aussi bien sur le plan variétal qu'au niveau de la fertilisation. Les sorgho-mils n'ont presque pas évolué depuis les années 60 selon BREMAN cité par BERCKMOES, 1988 ; surtout au niveau des rendements. Il apparaît une nette influence du coton au niveau de la zone sur l'ensemble du système productif.

Chapitre I COTON et SYSTEMES DE PRODUCTION

L'adjonction de la culture du coton par juxtaposition aux cultures vivrières s'est opérée d'une manière générale sans transformation profonde des systèmes de production définis comme étant une combinaison des ressources productives (terre, travail, consommations intermédiaires et les biens d'équipement) mises en oeuvre par les agriculteurs.

Cette situation s'explique en partie par l'existence des ressources qui ne sont pas entièrement utilisées au moment de l'insertion de cette culture de rapport dans le système traditionnel. Il s'agit notamment de la ressource terre et de la ressource en main d'oeuvre.

Cependant, cette culture de rapport en permettant d'aller au delà des objectifs limités à la satisfaction des besoins d'autosubsistance s'est traduite par une nouvelle combinaison des ressources productives, (extension des superficies cultivées, demande accrue en travail surtout en période de récolte du coton) en vue d'accroître le volume de la production et donc les revenus monétaires.

Le caractère inextensible de la ressource terre fait que dans certaines zones la limite de ce système face aux objectifs de satisfaction des besoins d'autosubsistance et de satisfaction des besoins monétaires semble atteinte.

Nous étudierons dans ce chapitre l'évolution des diverses ressources au niveau du village de Fonsébougou.

Besoins en terre

Une esquisse planimétrique réalisée en 1981 dans le cadre des travaux de l'équipe de recherche-système donne pour le village de Fonsébougou une évaluation des terres disponibles, des surfaces agricoles utiles, des surfaces non cultivables et la répartition des cultures au niveau du disponible cultivable. Ces aires ont été cartographiées à partir des photos aériennes prises en 1978. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU : agrégation de l'esquisse planimétrique du terroir de FONSEBOUGOU

	Hectares
Surface des terres cultivables	1822
Surface totale	5882
Surface cultivée	563
Surface en jachères	1259
Surface non cultivable	4193

SOURCE ARNAUDIN, 1981.

Les superficies totales au niveau du village sont de 5882 hectares dont 4193 non cultivables soit 70% du total et 1822 hectares cultivables 30% .

Sur ce cultivable, 563 hectares étaient cultivés en 1978, répartis entre le coton qui occupe 39% des surfaces cultivées, les céréales 58% et 3% d'autres cultures

(ARNAUDIN, 1981 -p 20). Le rapport surface cultivable / surface totale est de l'ordre de 30% et le rapport surface cultivée / surface en jachère de l'ordre de 50%.

Tableau : évolution des superficies cultivées moyennes de 9 exploitations
études de cas (Ha/exploitation) .

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	sc	%
sup. totale	18,26	19,67	19,96	23,39	22,99	22,58	22,99	100
coton	7,09	8,95	9,29	9,84	10,25	9,77	9,95	43,2
céréales	10,26	9,88	9,54	12,88	12,19	12,22		
sorgho	5,52	4,58	5,54	6,06	7,60	6,62	6,76	29,4
petit-mil	2,05	3,00	0,94	3,35	1,75	2,40	2,5	10,9
maïs	0,58	1,18	1,02	0,24	0,46	0,24	0,31	1,3
maïs-petit-mil	0,86	0,47	1,02	2,34	1,81	2,06	2,07	0,9
autres céréales	0,26	0,66	1,03	0,90	0,57	0,91		
autres cultures	0,91	0,84	1,13	0,67	0,55	0,59		
coton%	38,8	45,5	46,5	42,1	44,6	43,3	45,2	
céréales%	56,2	50,2	47,8	55,1	53,0	54,1	55,2	
autres %	5,0	4,3	5,7	2,8	2,4	2,6		
association	10,0	5,4	9,0	13,1	9,2	11,9		

source ; BERCKMOES et al.1988

N B: autres céréales= riz pluvial, fonio, association de cultures autres que le maïs-mil;
autres= légumineuses alimentaires en général .

la traction animale

La culture attelée bovine constitue l'essentiel de la traction animale avec cependant la traction asine qui joue un rôle important au niveau du transport des récoltes et de la fumure organique. Quant à la culture attelée bovine, elle devrait avec les autres éléments constitués par les consommations intermédiaires (variétés, engrais, produits de traitement phytosanitaire) permettre d'améliorer le potentiel de production de la terre par une augmentation des rendements. Cependant, si cet objectif semble être

atteint, du moins en partie, c'est surtout l'extension des superficies, grâce à cette culture attelée, qui caractérise le comportement des agriculteurs. Cet aspect a déjà été évoqué dans l'étude générale.

Au niveau du village de Fonsébougou où toutes les exploitations sont équipées avec au moins une unité d'attelage, la traction bovine semble être un facteur prépondérant dans la constitution des noyaux d'élevage associé aux exploitations agricoles.

BERCKMOES note deux modes d'acquisition des bovins de trait actuellement:

- le prélèvement sur le cheptel de l'exploitation 59% du total des bovins de trait
- les achats à l'extérieur des exploitations, voire même à l'extérieur du village

41% .

Nous reviendrons sur ces aspects mode d'acquisition et de conduite dans le chapitre productions animales. Face à cette raréfaction de la ressource terre et l'augmentation du prix des consommations intermédiaires, l'importance semble être donnée à une intensification à base travail dans le but de produire au sein de l'exploitation certaines consommations intermédiaires notamment la fumure organique qui se substitueraient partiellement ou totalement à celles importées (engrais minéraux).

Le coton et les ressources en travail

La main d'oeuvre familiale est la source principale de la force de travail au sein des exploitations au niveau d'un village où le travail salarié est très rare.

En 1981, le recensement effectué par l'équipe de recherche-système relevait pour le village de Fonsébougou une population de 941 habitants dont 366 actifs, soit un rapport de 1/3 entre actifs et personnes à charge.

Cependant, cette notion d'actifs agricoles est très complexe dans le contexte africain et ne reflète pas toujours la réalité du milieu paysan (BENOIT-CATTIN, 1986).

Ainsi, il n'est pas rare de constater que des jeunes de moins de dix ans participent pleinement aux travaux champêtres surtout au niveau de la traction animale comme bouvier et de la récolte du coton.

La culture du coton à travers les opérations d'entretien, de traitement phytosanitaire et surtout de récolte a accentué les besoins en travail au niveau du système. Ces besoins en travail augmentent surtout en période de récolte et l'on note des échanges de travail qui se font très souvent par le biais des associations de travail ou "TON".

"Ces associations de travail sont à la fois des groupements d'entraide et de secours mutuel, des coopératives de travail, des sociétés de jeunesse et de loisirs. Elles combinent les activités productives à la formation civique et culturelle des paysans" (LEYNARD, cité par TANGARA 1979, PERSOONS 1987).

Toutes ces organisations permettent de mobiliser les forces de travail au niveau du village pendant les périodes critiques de la campagne agricole, comme la récolte. C'est en partie pour englober ces échanges que nous avons choisi le village comme échelle de travail.

Ces besoins en travail sont accentués par l'utilisation des consommations intermédiaires à travers les opérations de transport et d'épandage; ce qui semble bien augmenter les quantités de travail par unité de surface.

Le coton et les besoins en consommations intermédiaires

Dans ce chapitre, nous traiterons deux aspects des consommations intermédiaires:

- les consommations intermédiaires d'origine industrielle (engrais, insecticides, herbicides);
- les consommations intermédiaires autofournies notamment la fumure organique (fumier, compost, etc)
- enfin les fourrages destinés aux productions animales .

Les consommations intermédiaires d'origine industrielle

Elles sont pour l'essentiel constituées par les intrants coton (semences améliorées, engrais, produits insecticides, produits herbicides) ; l'aliment de bétail fabriqué et commercialisé par la CMDT et les produits vétérinaires.

Le maïs amélioré bénéficiait tout comme le coton d'une intégration verticale avec l'organisation de sa production aussi bien en amont (fourniture d'intrants, suivi technique) qu'en aval avec une organisation de la commercialisation.

La suppression des ventes à crédit des intrants sur le maïs, et la non commercialisation du produit semblent limiter les quantités d'intrants utilisées et entraîner la réduction des surfaces qui y sont consacrées au niveau de l'assolement.

Une étude réalisée au niveau des 9 exploitations déjà citées montre que le coton est la seule spéculation au niveau du système de culture qui reçoit une fertilisation proche des doses vulgarisées pour cette catégorie d'exploitation disposant de plusieurs unités d'attelage avec un noyau d'élevage associé.

Quant aux autres spéculations de par le caractère associatif du système de culture (rotation biennale ou triennale), elles peuvent bénéficier de l'arrière effet des éléments apportés sur le coton ou bénéficier d'une faible fertilisation minérale ou organique (maïs). Nous donnons dans le tableau suivant l'évolution de l'utilisation des intrants pendant la période 1982-87 par les neuf exploitations.

**TABLEAU : UTILISATION DES INTRANTS, EN MOYENNE PAR HECTARE,
NEUF EXPLOITATIONS 1982 - 1987**

	Intrants Coton			Total assolement			
	Complexe coton	Urée	Herbi- cide	Insecti- cide	Complexe coton	urée	herbi- cide
années							
1982	167	48	1,7	12,7	69	24	0,9
1983	158	42	1,5	11,7	82	26	0,8
1984	131	53	1,4	9,1	68	28	0,8
1985	130	52	0,7	8,3	63	26	0,4
1986	121	45	1,1	7,6	62	24	0,5
1987	119	48	1,2	8,3	57	23	0,5

Source BERCKMOES, 1988- p22.

N.B. Les chiffres sont exprimés en kg/ha pour les engrais et en litres/ha pour les herbicides et les insecticides.

Doses vulgarisées :

engrais	complexe coton	150 kg/ha
	urée	50 kg/ha
insecticide		15 l/ha.

-Complexe coton (14N, 22P2O5, 12K2O);

-urée (46N).

Ce tableau met en relief une relative intensification à base de consommations intermédiaires du moins pour la sole coton. Les doses réellement utilisées avoisinent

celles vulgarisées par l'organisme de développement avec cependant une diminution relative à partir de 1985.

**TABLEAU: FERTILISATION DE LA CULTURE PURE DU MAIS
POUR NEUF EXPLOITATIONS SUIVIES 1982 - 1987**

Années	Engrais complexe (NPK)kg/ha	Urée kg/ha
1982	30	35
1983	48	34
1984	50	24
1985	58	24
1986	59	22
1987	44	17

Source : BERCKMOES, 1988.

Les doses vulgarisées sur maïs sont de :

100 kg/ha d'engrais complexe (14 - 22 - 12)

150 kg/ha d'urée (46N).

A la différence du coton bénéficiant d'une fertilisation proche de l'optimum, les engrais utilisés sur maïs le sont en dessous des doses vulgarisées.

Les consommations intermédiaires autofournies

Nous traiterons ici les intrants autofournis destinés aux productions végétales et les intrants autofournis destinés aux productions animales (bovins de trait surtout).

Les intrants autofournis destinés aux productions végétales.

Il s'agit notamment de la fumure organique (fumier, compost, ordures ménagères). Cet aspect sera traité un peu plus en détail dans le chapitre systèmes de culture notamment au niveau des productions animales tout en abordant aussi bien les aspects quantitatif que qualitatif.

La fumure organique est traitée ici en tant qu'intrant dans le processus de production végétale. En effet, la production et l'utilisation de la fumure organique sont une pratique traditionnellement connue des agriculteurs. Elle peut être produite soit au sein de l'exploitation lorsque cette dernière dispose d'un troupeau soit à l'extérieur par

l'établissement de "contrat" entre agriculteurs sédentaires et peuhls pasteurs et qui permettrait la mise en culture continue de certains champs dits de case sans que les aptitudes productives de la terre ne soient remises en cause.

Cependant, dès l'insertion de l'agriculture traditionnelle dans le processus de croissance économique à travers une culture de rapport permettant une accumulation au sein des exploitations, le fonctionnement d'un tel système semble être quelque peu perturbé (extension des superficies au détriment des parcours). La taille des exploitations est telle que la quantité de fumure organique n'arrive pas à couvrir les besoins de fertilisation. Les apports de fumure organique par les agriculteurs se font d'une manière progressive en suivant le gradient de fertilité basé sur des observations qualitatives. Les zones jugées moins fertiles reçoivent une grande quantité alors que le reste du champ généralement en coton ne reçoit que de la fumure minérale.

Les choix d'orientation de la Recherche-Système sont partis d'un diagnostic que Kleene résume en quatre points :

- 1) rôles prépondérants du coton et de la culture attelée;
- 2) un relatif retard du développement de l'élevage par rapport à celui de l'agriculture;
- 3) la dégradation des sols et des phénomènes d'érosion suite à la prépondérance d'un système basé sur une rotation biennale ou triennale coton-céréales avec un apports de fertilisants sur la seule sole coton en tête de rotation mène en l'absence de toute culture de légumineuse à une dégradation certaine des sols;

4) l'accès de plus en plus difficile à l'équipement pour certaines catégories d'exploitations.

Ces recherches concernant la possibilité d'amélioration de la production de fumure organique ont pour l'essentiel porté sur la mise au point à partir des années 80 d'un prototype de parc d'hivernage qui associait des objectifs à la fois zootechniques et agronomiques (cf chapitre suivant).

A partir des années 84, nous avons mis en place des séries d'expérimentations en "milieu réel" (champs paysans) sur la base du fumier produit au niveau de ces parcs apporté en complément à la fumure minérale vulgarisée sur le coton à une dose moyenne de 5 tonnes de fumier par hectare.

L'objectif de cette expérimentation visait non pas une substitution du fumier aux intrants minéraux mais une complémentarité dans un souci de préservation de l'humus du sol.

Ces essais ont porté sur deux types de rotation :

- une biennale (coton-sorgho)
- une triennale (coton-maïs-sorgho).

Dans tous les cas, le fumier est apporté en tête de rotation sur le cotonnier. Les rendements sont de l'ordre de 1600 kg/Ha en moyenne pour le traitement organominéral et 1400 kg/ha pour le traitement minéral.

Cependant les performances actuelles des troupeaux villageois sont telles que pour atteindre les cinq tonnes de fumier par hectare, il faudrait doubler la production de fumure organique. D'où la recherche d'autres voies à travers la confection de compostières à base de tiges de céréales avec adjonction de phosphate naturel du pays et l'introduction de légumineuses au niveau de l'assolement ou sur les jachères de courte durée (4-5 ans)

Consommations intermédiaires autofournies à destination des productions animales

Elles concernent surtout les productions fourragères. L'insertion d'une culture fourragère à base de niébé dans l'assolement est une introduction récente par la recherche-système. C'est une pratique qui semble avoir rencontré un certain enthousiasme auprès des agriculteurs, ceci compte tenu de ses effets sur les performances des bovins de trait en début de campagne. Cependant, certaines contraintes d'ordre technique semblent limiter la production de cette spéculation bien qu'elle soit depuis un certain nombre d'années passée en vulgarisation. A partir des années 84, nous avons introduit deux espèces fourragères pérennes sur des jachères de courte durée (3-5 ans) :

- une légumineuse, le *Stylosanthes hamata*;
- une graminée le *Brachiaria ruziziensis*; sur un hectare de jachère par exploitation.

Cette expérimentation visait trois objectifs:

- augmentation des disponibilités fourragères;
- assurer une bonne couverture des sols dénudés par plusieurs années de culture;
- une éventuelle amélioration du niveau de fertilité des sols par suite d'une fixation symbiotique de l'azote de l'air par la légumineuse.

Après quatre années d'expérimentation, les deux premiers objectifs semblent être partiellement couverts; quant au troisième objectif, le recul ne permet pas de porter un jugement. Cependant, des effets sur sorgho installé après trois années ont été intéressants.

L'association Stylosanthès-Brachiaria donne des rendements de l'ordre de 6000 kg de matière sèche par hectare.

Conclusion

A partir de cette analyse du système de production, il est apparu que l'extension des superficies cultivées semble atteindre ses limites du moins techniquement et le passage à l'intensification à base de consommations intermédiaires d'origine industrielle si elle est acquise pour la culture de rapport, les autres spéculations ne bénéficient que de très peu ou pas du tout de fertilisants. L'hypothèse d'une éventuelle substitution des consommations intermédiaires autofournies notamment la fumure organique à celles importées dans un souci de préservation des aptitudes productives de la terre nous amène à étudier dans le chapitre suivant les performances du système de culture

Chapitre II COTON ET SYSTEMES DE CULTURE

Nous aborderons dans ce chapitre les différentes spéculations retenues par les agriculteurs, leur importance relative au niveau du système et leur performance. Le concept système de culture se rapporte à la définition donnée par le Professeur Badouin : "Ensemble plus ou moins structuré des productions végétales et animales retenues par les agriculteurs".

Dans un premier temps, nous analyserons les productions végétales et dans un second temps les productions animales en essayant de faire ressortir les relations de complémentarité et les relations de concurrence entre ces productions.

Les productions végétales

Traditionnellement, on distingue des cultures dites principales et des cultures dites secondaires au niveau du système. Cet ordre n'est évidemment pas figé dans le temps. Les cultures dites secondaires à une période peuvent devenir principale à une autre période; tout semble dépendre des objectifs que doivent satisfaire les différentes spéculations.

Dans un système traditionnel de défriche-brûlis proche d'une agriculture de subsistance, la priorité semble être donnée aux cultures céréalières auxquelles s'attache un système de valeur leur conférant une importance particulière au niveau de l'assolement.

Le système de culture en pratique au niveau du village de FONSEBOUGOU ou d'une manière générale au niveau de la zone, est du type associatif :

- une rotation biennale coton-sorgho, la plus fréquente;
- une rotation triennale coton-maïs/mil-sorgho. Cet ordre de succession des cultures dans le temps semble répondre à un souci de profiter au maximum des aptitudes productives de la terre; les différentes spéculations n'ayant pas la même exigence en matière de fertilité.

Le coton

Le coton semble être la spéculation qui illustre bien le fait qu'une culture dite secondaire peut devenir une culture principale dès lors que l'agriculture entre dans le processus de croissance économique.

En effet la production de cette spéculation était presque entièrement destinée à l'habillement de la communauté et la constitution de stocks pour les funérailles au niveau du système traditionnel avec de faibles performances. (DIABATE 1986-p 211). Selon l'auteur, "l'arrivée des Dioulas, ethnie à vocation commerçante s'est traduite par une augmentation du volume de la production qui prend peu à peu une valeur marchande et qui se poursuivra avec l'intervention des pouvoirs publics" .

D'une culture dite secondaire dont la finalité est la satisfaction des objectifs sociaux, demandant peu d'intervention on est passé à une culture principale dont la finalité est la satisfaction des besoins monétaires de la communauté et principale source d'entrée de devises pour le pays. Ceci explique toute l'importance accordée à cette spéculation en vue d'améliorer ses performances. Nous avons déjà évoqué ces différents aspects dans le chapitre précédent.

Le maïs-mil

La culture associée du maïs-mil est une pratique très ancienne. Elle se faisait sur des buttes organiques, le maïs étant placé au milieu de la butte bénéficierait d'un maximum de fertilité alors que le petit-mil ou mil *Pennisetum* est semé tout autour avec un décalage dans les dates de semis fonction du stade phénologique du maïs.

Le passage à la culture attelée bovine n'a pas modifié cette pratique d'association de culture qui cependant, a longtemps fait l'objet de controverse entre les agriculteurs et les techniciens. Pour les uns, la culture associée permet d'une part d'économiser du temps notamment au niveau de l'entretien des superficies et de profiter des dernières pluies après la récolte du maïs; d'autre part, l'association maïs-mil permet à l'agriculteur de minimiser le risque climatique (mauvaise répartition de la pluviométrie), les deux spéculations n'ayant pas la même sensibilité. C'est surtout cet aspect risque qui semble prépondérant dans le choix des agriculteurs (VERBEEK 1986, KEBE 1987).

Pour les techniciens, l'association des cultures maïs-mil est de nature à accentuer l'épuisement rapide des terres déjà pauvres en matière organique; en plus, une éventuelle concurrence pouvait exister entre les deux spéculations réduisant les performances du système.

Le maïs entre peu dans l'alimentation de base au niveau du village. Jadis considéré comme culture de soudure, il est actuellement considéré comme une seconde culture de rapport. Quant au petit-mil, il constitue avec le sorgho l'alimentation de base des agriculteurs de la zone d'étude auxquels sont rattachés un système de valeur. Selon

DIABATE, cette spéculation viendrait même avant le sorgho au niveau du système compte tenu de certaines caractéristiques organoleptiques très appréciées par les exploitants dont la forte valeur énergétique qui fait qu'il est préférentiellement consommé en période de durs travaux (sarclage, récolte).

De plus, "le mil constitue sur le plan religieux le cadeau funéraire puisqu'il participe au cycle cosmique" (DIABATE 1986-p213); ce qui expliquerait du moins en partie sa présence au niveau du système de culture malgré ses faibles performances. Les rendements de l'ordre de 400-600 kg par hectare, n'ont presque pas évolué depuis les années 60 (BREMAN cité par BERCKMOES 1988). L'association se fait soit en interligne ou en interpoquet suivant les systèmes. En milieu Sénoufo, c'est le semis du mil en interpoquet qui prédomine dont la principale justification serait la possibilité de mécanisation des opérations d'entretien alors que dans le milieu Gana, axe Sikasso-Bougouni, c'est plutôt le semis du mil en interligne dans un but d'augmenter la densité de population des spéculations (DRSPR-CT-1985).

A partir des années 79-80, des tentatives de substitution d'une culture pure du maïs intensifié à base de consommations intermédiaires ont été entreprises (variété améliorée, fourniture d'intrants en crédit sur campagne, organisation de la commercialisation).

Cependant, les risques climatiques de la même période (pluviométrie déficitaire et mal répartie) auxquels est venu s'ajouter le risque financier par suite de, la libéralisation du marché céréalier, la suppression des subventions sur les intrants et la suppression de la vente à crédit de campagne, ont incité les agriculteurs à retourner à l'association qui, jusqu'à une période très récente ne bénéficiait d'aucune fertilisation. A partir de 1985, nous avons entrepris un certain nombre de tests sur la fertilisation de cette association en milieu paysan. Dans le tableau suivant, nous donnons l'évolution de la culture pure et de la culture associée du maïs en milieu paysan.

**TABLEAU: Développement de la culture pure du maïs 1982-87,
neuf exploitations.**

Année	Superficie par exploitation (ha)		Nombre de paysans ayant cultivé		Rendement kg/ha	Complexe kg/ha	Urée kg/ha
	maïs pur	maïs associé	maïs pur	maïs associé			
1982	0,57	1,71	6	9	1426	30	35
1983	1,18	0,91	8	6	835	48	34
1984	1,02	1,41	4	7	714	50	24
1985	0,24	2,85	2	9	1178	58	24
1986	0,26	2,01	2	9	1277	59	22
1987	0,24	2,25	2	9	877	44	17

Source Berckmoes et al. 1988-p15.

N.B. Les doses de fumure minérale vulgarisées sur le maïs sont de:

100 kg par hectare de complexe coton (14N, 22P, 12K)

150 kg par hectare d'urée.

La taille réduite de l'échantillon, impose une certaine prudence dans l'interprétation de ces données selon les auteurs. Cependant, il révèle une tendance générale à savoir la réduction des superficies destinées à la culture pure du maïs en faveur de l'association et d'autre part, la réduction des intrants minéraux du maïs, quelque soit sa forme de culture.

La place de cette spéculation dans l'assolement est d'une manière générale très réduite, environ 1,5 hectare par exploitation sur une superficie moyenne de l'ordre de 15 à 20 Ha.

TABEAU Rendements moyens de la culture associée maïs-mil.

Traitement		Rendement

T1	maïs	2205
	mil	359

T2	maïs	2659
	mil	336

T3	maïs	1736
	mil	492

Source DRSPR 1985 ,VERBEEK, 1986-p3.

T1= Moitié de la dose de fertilisants minéraux apportés sur le maïs pur (50 kg de complexe coton, 75 kg urée).

T2= Dose vulgarisée sur maïs pur (100 kg de complexe coton, 150 kg d'urée par hectare).

T3= Témoin : fertilisation à l'initiative du paysan.

Le sorgho

Cette spéculation de par son importance au niveau de l'alimentation vient très souvent après le cotonnier dans la rotation. La culture reste cependant extensive, les performances n'ont presque pas été améliorées depuis les années 60. Les rendements sont de l'ordre de 800-1000 kg par hectare. L'augmentation de la production dans un tel contexte ne peut se faire que par un accroissement des superficies cultivées. Cependant, si les rendements n'ont pas évolué depuis un certain temps, les variétés locales ont subi de profondes modifications. En effet, les variétés cultivars de la zone à cycle long de six mois environ "Bimbiri Soumalé" qui signifie sorgho tardif et très exigeantes sur le plan fertilité, ont cédé la place à des variétés à cycle court ou intermédiaire de quatre mois environ. Leur appellation semble être en rapport avec leur capacité d'adaptation. Ce sont pour la plupart des variétés dites "séguéténé" ou variétés tolérantes au striga (plante hémiparasite), signe de la baisse de fertilité des terres en culture. Selon les dires

des agriculteurs, les variétés disparues du système se conservent mieux et ont des caractéristiques organoleptiques mieux appréciées que celles utilisées actuellement (DRSPR/AMS, 1986).

C'est là un exemple de situation où les préférences alimentaires cèdent le pas devant la nécessité de subsistance. Les récoltes de céréales sont conservées soit sous forme de gerbes (sorgho), soit sous forme d'épis (maïs, mil); le battage se fait journalièrement en fonction des besoins de consommation.

Quant aux pailles laissées dans les champs, elles font l'objet de vaine pâture aussi bien par les animaux villageois, que par ceux des villages voisins ou des peuhls. L'apparition d'un noyau d'élevage associé aux exploitations agricoles marque un début d'appropriation individuelle des sous-produits.

Les productions animales

L'élevage est une activité qui n'est pas traditionnellement méconnue des agriculteurs. Cependant, sa pratique suppose une certaine mobilité alors que l'activité agricole suppose une sédentarisation. Ces deux caractéristiques font qu'il y a une répartition de fonctions entre agriculteurs sédentaires et peuhls transhumants à la recherche des pâturages.

Cette répartition traditionnelle des fonctions ne traduit certainement pas une absence de relations entre les deux activités. Bien au contraire, on note une réelle complémentarité qui peut dans certains cas se traduire par l'établissement d'un contrat entre agriculteurs et éleveurs: confiage des animaux d'agriculteurs soucieux de constituer un patrimoine à des peuhls qui peuvent recevoir en contre partie des rémunérations symboliques en nature très souvent (céréales); troc du lait contre les céréales et enfin un système de parage des animaux des peuhls sur les champs dits de case permettant un système de culture continue à base de fumure organique sans que les aptitudes productives ne soient remises en cause (BERTHE 1984, JOUVE, DAVID 1985, DIABATE 1986).

Cependant, l'introduction de la culture attelée bovine au sein des exploitations agricoles a perturbé, en grande partie, le fonctionnement de ce système traditionnel.

La traction animale et l'évolution du système

La présence des bovins de trait au sein des exploitations a progressivement entraîné l'apparition d'une nouvelle fonction d'agro-éleveur.

LHOSTE notait à cet effet que "l'intégration de la paire de boeufs dans l'exploitation agricole entraîne une modification du comportement des agriculteurs vis à vis de ces animaux. Ils apprennent à connaître les bovins, ils les dressent, leur donnent des noms, leur prodiguent des soins et les alimentent" (LHOSTE, 1986).

Cette accumulation est rendue possible grâce au revenu coton et s'est faite au niveau des exploitations. Ceci explique l'inexistence d'un troupeau villageois ou même de quartier; mais plusieurs troupeaux associés aux exploitations, ce qui est de nature à modifier les modes de gestion aussi bien des bovins de trait que du reste du troupeau. Dans un premier temps, nous donnerons quelques éléments sur le mode d'acquisition des bovins de trait, pour ensuite nous axer davantage sur les modes de gestion du troupeau dit extensif et du troupeau dit intégré aux exploitations et le transfert de fertilité au niveau d'un village.

- Modes d'acquisition des bovins de trait

Deux principaux modes d'acquisition des bovins de trait caractérisent le système comme déjà signalé :

- le prélèvement sur le cheptel de l'exploitation, environ 59% des effectifs,
- les achats à l'extérieur de l'exploitation voire à l'extérieur du village, soit 41%.

Pour ce dernier cas, les prix sont de l'ordre de 80.000 F CFA pour un boeuf de trait non dressé et 100.000 F CFA pour un boeuf de trait dressé, un jeune taurillon en moyenne 63.000 F CFA (DRSPR 1988).

En plus de la fonction d'épargne et de production de fumure organique, celle d'autofourniture en boeuf de trait semble jouer un rôle de plus en plus important. Selon BERCKMOES les troupeaux villageois pourraient suffire pour maintenir la force de travail à condition que la productivité soit améliorée .

Tableau : Effectifs du cheptel en nombre de têtes par espèce
et en UBT pour le total .

Espèces :	Bovins	ovins	caprins	asins	total(UBT)

Fonsebougou	847	395	206	50	800

source : BERCKMOES 1988 (recensement 1987)

b) La gestion des troupeaux au niveau du village et le transfert de fertilité.

Cette gestion est résumée dans le tableau suivant. Elle met en relief le caractère extensif du troupeau à FONSEBOUGOU.

TABLEAU La gestion des animaux dans le village.

Intervention	Fonsébougou
Gardiennage :	
- saison sèche	40% des troupeaux
- hivernage	100% des troupeaux
Berger :	peuhl, enfant ou propriétaire
Stabulation :	40% des animaux gardés la nuit (saison sèche)
supplémentation :	les boeufs de labour pendant la saison sèche: fanes d'arachides, niébé, tourteaux
Abreuvement :	
- saison sèche	1 à 2 fois par jour passif le plus souvent
- hivernage	passif
Feux de brousse	60 à 70% de la biomasse de la strate herbacée

Source LELOUP S, TRAORE, M 1989-p11.

On note bien qu'à Fonsébougou, 60% des troupeaux sont laissés en divagation pendant quatre à cinq mois dans l'année, ce qui est de nature à limiter les performances en matière de production de fumier. Cependant, des changements en cours semblent aller dans le sens d'une amélioration de cette pratique, sinon dans le système actuel, le transfert de fertilité des zones de parcours vers les zones de culture risque d'être

quelque peu perturbé. En effet, les sous-produits de culture en début de saison sèche constituent environ 96% de l'alimentation des animaux. Sans système de parage, le risque de pertes de déjections sont très élevés, ce qui limiterait du coup les disponibilités.

c) Le transfert de fertilité

Le transfert de fertilité est en grande partie fonction du mode de gestion du "troupeau extensif". Nous avons signalé dans l'étude générale, la variabilité du phénomène suivant l'évolution des techniques.

Concernant FONSEBOUGOU, il existe deux principales périodes de transfert de fertilité lié au mode de conduite du troupeau.

Transfert de fertilité pendant l'hivernage:

En hivernage, les troupeaux sont menés hors zone de culture par un berger; il passe la journée sur des zones de parcours naturels représentées par les zones non cultivables soit du village ou d'un village voisin. Le soir, les animaux sont ramenés dans un parc dit d'hivernage, situé à proximité des zones de culture. Ces parcs sont d'une introduction récente comme déjà signalé en vue d'une amélioration de l'habitat des bovins et de promouvoir une production de fumure organique importante par adjonction des tiges de céréales en fin de saison. La surveillance des animaux pendant la nuit est assurée en cette période par la présence d'un ménage, qui vient camper à côté des cultures pendant tout le cycle de végétation et ne retourne au village qu'une fois toutes les récoltes terminées et rentrées au grenier.

Quant aux petits ruminants, ils font l'objet d'un traitement différent selon que ce sont des ovins ou des caprins.

- Les ovins sont conduits, pour certaines exploitations, en même temps que le troupeau bovin pendant cette période et pour d'autres sur les jachères de courte durée leur appartenant et dans ce cas, ils peuvent être conduits par des enfants qui ne sont pas en âge de travailler sur les champs. Les boeufs de labour après les travaux de labour ou de sarclage vont paître soit sur les jachères ou rejoindre le troupeau extensif sous la conduite du bouvier et peuvent bénéficier d'une supplémentation la nuit en fonction des disponibilités (SEL KNZ, aliment de bétail..)

- Quant aux caprins, compte tenu des énormes dégâts qu'ils peuvent causer aux cultures, ils sont très souvent mis au piquet à proximité des habitations.

On a donc un transfert indirect des pâturages aux parcs d'hivernage et ensuite sur les champs de la campagne suivante.

Transfert de fertilité en saison sèche

Pendant la saison sèche, deux cas de figure se présentent : "le troupeau bovin extensif" dès la fin des récoltes est laissé en vaine pâture sur les sous-produits de culture. En effet les récoltes de mil-sorgho après une période de séchage d'environ 1 à 1,5 mois, sont transportés à la maison sans battage (conservation en épis ou en gerbes); le système de parage direct n'existant pas au niveau de la zone, les transferts dans un tel système sont très limités à quelques déjections çà et là pendant la période de passage. Dès que les disponibilités en sous-produits de culture sont épuisés, les animaux continuent en divagation se contentant des quelques rares points d'eau rencontrés dans la nature. Quant aux boeufs de labour, la situation est tout autre; ils rejoignent le troupeau extensif aussitôt les opérations culturales terminées (labour, semis, sarclage). Mais à partir des mois de février-mars, ils font l'objet d'un mode de conduite particulier.

En effet, cette pratique est elle aussi, d'une introduction récente par la recherche-système. La pratique est connue sous le nom de conditionnement des animaux. Il s'agit d'une manière générale de fournir aux animaux de trait une partie de l'alimentation qu'ils ne peuvent pas trouver dans la nature compte tenu de la rareté des ressources naturelles en vue d'une mise en condition pour le bon démarrage de la campagne agricole qui jadis était très perturbée par l'état sanitaire des animaux. Cette supplémentation se fait à base de culture fourragère (le niébé notamment) et d'aliment de bétail produit et commercialisé par l'organisme de développement.

Il y a donc un transfert indirect pendant la saison sèche des zones de parcours et de champs vers le parc de saison sèche situé à proximité des habitations pour seulement 40% des troupeaux constitués en grande partie par les animaux de trait.

Une troisième voie de transfert de fertilité est constituée par le transfert effectué par les troupeaux extensifs des peuhls transhumants qui se sont sédentarisés très souvent sur des zones marginalisées dites non cultivables. Ceci constitue une importante source de fumure organique très souvent perdue pour le système d'exploitation villageois.

En effet, la sédentarisation de cette société de pasteurs est d'une manière générale relative puisque si le retour aux régions d'origine (le Nord) semble peu probable, elle conserve tout de même une certaine mobilité intrazonale à la recherche de pâturage.

Ce type d'élevage profite peu au système en matière d'apport de matière organique.

Pendant la saison pluvieuse (hivernage), le transfert se fait des zones de parcours vers les parcs souvent constitués de branchages ou laissés en stabulation libre à proximité des habitations.

En saison sèche, dès que les disponibilités fourragères commencent à se réduire, les troupeaux sont très souvent répartis en deux groupes:

- une partie généralement constituée par les vaches laitières reste avec la famille (lait échangé contre les céréales);
- Le reste du troupeau, sous la conduite d'un jeune ménage; va à la recherche de pâturages et de points d'eau. Il n'est pas rare de constater une mise en valeur des alentours immédiats de leurs habitations très souvent constitués de sols gravillonnaires peu profonds, de faible qualité mais bénéficiant d'un important apport de matière organique. Un phénomène du genre a été constaté par JOUVE et DAVID, à MARADI au NIGER, 1985.

Cette situation se traduit par une accentuation de la pression sur l'écosystème par des productions animales dont les performances restent faibles.

Les fonctions du troupeau

Nous avons déjà évoqué que la fonction principale du troupeau dit extensif est la constitution d'un patrimoine par l'exploitant qui lui permet une sorte de thésaurisation des revenus procurés par l'activité de culture cotonnière.

En marge de cette fonction principale, le troupeau joue d'autres fonctions d'ordre socio-économique non moins importantes. Il s'agit entre autres:

- des abattages à l'occasion des cérémonies religieuses et de mariage,
- des échanges contre des journées de travail surtout en période de pointe: les ovins et caprins jouent un rôle prépondérant à ce niveau,
- des possibilités de vente sur pied en cas de nécessité,

- d'une production de fumure organique pouvant compléter ou se substituer partiellement aux fumures minérales importées et enfin autoapprovisionnement en bovins de trait.

Ces deux dernières fonctions semblent jouer un rôle de plus en plus important au niveau du système.

Nous avons déjà mentionné que l'autoapprovisionnement des exploitations en bovins de trait représente 59% des effectifs.

Cependant, si cette fonction d'autoapprovisionnement en bovins de trait semble être prépondérante au niveau du système, il n'en demeure pas moins qu'elle reste limitée par la productivité des troupeaux qui reste faible. Elle est estimée à 2% pour la zone pendant la période 1981 et 1987 alors que le croît numérique d'un troupeau sédentaire varie de 2 à 4% (Etude SEDES 1984, citée par BERCKMOES et al. 1987). Cette faible productivité des troupeaux villageois semble s'expliquer, du moins en grande partie, par une contrainte d'alimentation en différentes périodes de l'année.

-La production de fumure organique

Cette activité est essentiellement constituée par le fumier produit par les troupeaux villageois avec quelques ordures ménagères limitées aux petites parcelles des femmes.

Les performances en matière de production de fumier reflètent celles du troupeau qui, dans leur globalité, restent faibles.

En effet, des études effectuées en 1985 et reprises en 1986 ont montré que la production de matière sèche de fumier par tête et par an était de l'ordre de 600 kg avec une production maximale de 28 tonnes par troupeau pour des exploitations qui disposent en moyenne de 10 à 11 hectares de coton, spéculant susceptible de recevoir la presque totalité de ce fumier.

Cependant, "le potentiel de production de fumier par UBT" (Unité Bovin Tropical) ou standard correspondant à un bovin de référence de 250 kg est de l'ordre de 1000 kg de matière sèche de fumier et 5 tonnes de fumier (à 45% de matière sèche) (HAMON 1972, LHOSTE 1986 -p167); soit une production journalière de l'ordre de 13 kg par UBT. Il apparaît clairement que les performances actuelles des productions animales sont très en deçà du potentiel de production sus-mentionné et les disponibilités en fumier ne sont pas en mesure de couvrir les besoins dans un objectif de substitution aux intrants minéraux et sont largement inférieures aux doses recommandées de l'ordre de 8 à 15 tonnes par hectare.

Sur le plan qualitatif, on note des résultats plus ou moins intéressants par rapport à ceux observés dans d'autres pays de la sous-région. Cette situation s'explique en grande partie par les améliorations de la production de fumure organique dont il a déjà été question et ceci en collaboration avec les exploitants et les organismes de développement régional (CMDT).

Nous donnons dans le tableau suivant les résultats d'analyse des différents types de fumure organique au niveau de l'ensemble Mali-Sud comparés aux résultats obtenus au Sénégal.

Eléments nutritifs:	Azote(N) kg/t	Phosphore kg/t	Potassium kg/t
Types de fumures organiques			
Poudrette de parc + paille	11	4	18
Poudrette de parc sans pail	12	5	19
Ordures de case	5	3	8
Compost	9	3	15
Fumier Bambey (45% MS) 1972	5,3	31,85	6,5

SourceSRCFJ, DRSPR 1987, P.36 - 50.

L'amélioration qualitative semble être liée à l'amélioration de la gestion du troupeau: construction des parcs d'hivernage et adjonction des tiges défoliées et lignifiées du sorgho-mil, jadis destinées au brûlis.

Cependant, si la qualité des dites fumures organiques semble être du même ordre de grandeur que celle du fumier produit sur la station de Bambey, il n'en demeure pas moins, qu'elles restent toutes pauvres en phosphore (P205). Ceci s'expliquerait du moins sur un plan agronomique ou zootechnique par la qualité des aliments consommés qui eux-mêmes proviennent de sols pauvres en phosphore.

Face à un espace agricole en voie de saturation, des recherches sont en cours en vue d'une amélioration quantitative et qualitative de la production de fumure organique par exploration d'autres voies en plus du fumier, notamment le compostage des sous-produits de culture avec adjonction de phosphate naturel du pays (PNT).

Les disponibilités fourragères au niveau du village .

Nous nous servirons du tableau synthétique établi par LELOUP et TRAORE en fonction des différents unités de paysages.

TABLEAU Productivité (TMS/ha/an) du fourrage herbacé des unités de paysage village de FONSEBOUGOU pour 1987 et pour une année normale.

Unité de paysage	1987	normale
Plaine limonneuse	1,4	2,6
Terrains cuirassés	1,0	1,7
Terrains hydromorphes	1,0	2,8
Terrains rocheux	1,1	2,2

Source LELOUP S et TRAORE M, 1989.

N.B. 1987 : année à pluviométrie déficitaire, 733 mm sur une moyenne annuelle de 1000-1250 mm.

A ces disponibilités fourragères s'ajoutent les sous-produits de culture. Selon ces auteurs les effectifs du bétail (800 UBT) seraient du même ordre de grandeur que la capacité de charge (888 UBT) pour le village de FONSEBOUGOU et que les sous produits de culture entreraient pour 96% dans l'alimentation des animaux en début de saison sèche alors que les zones dites de parcours n'interviennent que pour 4%.

CONCLUSION

Cette esquisse du système productif au niveau du village de Fonsébougou fait apparaître la prédominance d'un système extensif tendant vers sa limite à travers :

- une rotation coton-céréales où l'essentiel des fertilisants organo-minéraux sont apportés sur la sole coton,
- une réduction des jachères dans l'espace et dans le temps assurant de plus en plus difficilement la fonction de régénération de la fertilité du sol,
- une pression démographique croissante,
- enfin, une stagnation du prix des produits agricoles (coton) et une augmentation du prix des consommations intermédiaires se traduisant par une incitation à utiliser de faibles quantités d'intrants. Cette situation peut se traduire à terme par une baisse de la productivité de la terre affectant le niveau de revenu des exploitants.

Dans un tel système, le maintien de la fertilité semble être essentiel d'une part, à travers :

- une amélioration de la production de biomasse sur les zones de culture (sous-produits de récolte, soles fourragères),
- une meilleure gestion du troupeau extensif et du troupeau intégré constitué par les bovins de trait;
- une meilleure combinaison des intrants minéraux et de la fumure organique.

Nous avons eu cependant, des difficultés quant à l'exploitation des informations disponibles provenant d'années différentes, de quelques exploitations dont la représentativité n'est pas connue ou d'expérimentations ponctuelles... De plus les données exhaustives au niveau du village sont très partielles: superficies, population cheptel etc; tout ceci nous a amené à essayer d'intégrer les informations disponibles dans un modèle d'ensemble permettant de tester leur cohérence pour pouvoir poursuivre les analyses et mieux affiner les hypothèses.

Nous allons dans la deuxième partie, analyser les évolutions possibles du système à travers des scénarios d'alternatives techniques axés sur la gestion de la fertilité dont on vient de voir l'importance.

DEUXIEME PARTIE

MODELISATION DU SYSTEME AGRAIRE VILLAGEOIS DE FONSEBOUGOU

Il s'agit dans cette deuxième partie de procéder à une modélisation qui constitue une représentation simplifiée mais quantifiée du système décrit précédemment.

Le concept de système agraire utilisé ici est celui proposé par JOUVE (1988-p7):.

"Un système agraire correspond aux modes d'exploitations agricoles d'un espace donné par une société résultant de la combinaison de facteurs naturels, socio-culturels, économiques et techniques." Nous analyserons dans cette partie, l'évolution possible du système agraire au niveau du village de FONSEBOUGOU à travers un scénario d'alternatives techniques axées sur les capacités du milieu à préserver son potentiel productif lorsqu'un certain seuil technique semble être atteint. Il s'agit de discuter les conditions de passage d'un système extensif en terre à une intensification à base de consommations intermédiaires importées (engrais minéraux) et/ou autofournies (fumure organique).

La démarche que nous proposons ici, se rapporte aux différents flux entre productions végétales et productions animales ou d'une manière générale au fonctionnement global du système, tenant compte à la fois des préoccupations socio-économiques, agrotechniques et écologiques.

"Une analyse qui fait à la fois appel à une démarche globale du système et une analyse fine des séquences techniques, utilise comme outil, la programmation linéaire"(BROSSIER, JAGER, 1984) appliquée ici à l'échelle d'un système agraire villageois.

Nous l'utilisons dans ce contexte comme instrument descriptif et de prévision permettant d'avoir une idée sur le comportement des agriculteurs, surtout le sens des réactions probables face à la modification de leur environnement (BOUSSARD, 1971, CALKINS, 1983):

- diminution des ressources naturelles,
- suppression des subventions sur les intrants agricoles,
- dérèglementation du marché céréalier,
- stagnation du prix du coton et plafonnement de sa production,

- vulgarisation de thèmes techniques améliorés (amélioration de la productivité des troupeaux villageois en fumier, viande; introduction d'une sole fourragère sur jachère etc...);

CHAPITRE I LA PROGRAMMATION LINEAIRE EN TANT QU'OUTIL D'ANALYSE

Pour essayer de comprendre le comportement des exploitants agricoles en matière de gestion du potentiel productif à l'échelle du village, nous nous sommes servi d'un modèle qui selon BOUSSARD, est défini comme étant une "représentation simplifiée de phénomènes réels".

L'hypothèse de base du modèle étant que les agriculteurs du village disposent de certaines ressources productives limitées (terres, main d'oeuvre, biens d'équipement et consommations intermédiaires) et d'autres ressources qu'il doivent acheter à l'extérieur du village (engrais par exemple) à un prix donné.

Par hypothèse, le choix des combinaisons productives par les agriculteurs répond à un objectif de maximisation de la valeur ajoutée brute globale monétaire (fonction d'utilité des agriculteurs qui est égale au produit brut valorisé au prix en vigueur déduction faite des charges variables); sous les contraintes sus-mentionnées.

Pour plus de détail voir BENOIT-CATTIN, 1975, 1977, 1986; HAYAMI, 1978.

Selon BENOIT-CATTIN, la valeur ajoutée brute a une triple signification:

- "elle tient compte de l'importance des intrants consommés;
- elle représente également les revenus nets des dépenses de production (incluant l'autoconsommation);
- elle représente enfin un ensemble de dépenses (main d'oeuvre, impôts, remboursements etc...)." (BENOIT-CATTIN, 1977-414 IN Agronomie tropicale XXXII-4)

Quels sont donc les assolements qui permettent une telle maximisation.

Sur un plan mathématique, résoudre un tel problème revient à chercher les solutions d'un système d'équations ou d'inéquations représenté par les ressources et les emplois à l'échelle d'une année.

Les variables sont représentées par les superficies des différentes spéculations (coton, sorgho, maïs, maïs/mil, niébé, stylo. etc...) et le nombre d'UBT.

Présentation théorique rapide de la programmation linéaire.

NB la lecture de ce qui suit n'est pas nécessaire pour la compréhension du modèle présenté de façon plus concrète plus loin.

"Soit A la matrice des coefficients techniques.

x les variables avec $x \geq 0$

b = disponibilités en ressources au niveau du village

Ax : étant les différentes combinaisons productives, il s'agit de trouver les variables x tel que :

$Ax \leq b$ soit vérifié

$x \geq 0$

pour que cx soit maximum

cx qui représente la fonction économique soit maximum sous les contraintes sus-mentionnées".

Pour plus de détail, voir BOUSSARD, 1970, 1971, 1987 et 1988 ; CALKINS et al., 1983 ; Peter B.R. HAZELL et al. L'intérêt de la méthode est double selon BOUSSARD:

- Pour "l'ingénieur de production, elle permet de voir dans le système d'inéquations, l'expression mathématique de problèmes qui se posent à lui de manière très concrète.
- Pour l'économiste, elle lui permet de voir dans le même système d'équations, un cadre commode pour la construction de modèles".

Cependant, l'auteur note deux limites importantes qui résulteraient de cette formulation mathématique :

1° - La première limite est le problème de linéarité. En effet, l'expression mathématique suppose qu'on admette que le revenu est proportionnel au niveau des activités". De plus, les inéquations sont également des expressions linéaires.

2° - La deuxième limite est la restriction imposée par les valeurs que peuvent prendre les inconnues en fonction des contraintes à satisfaire.

A ces deux limites, le professeur CALKINS en ajoute quatre autres

- La non prise en compte du risque (climatique et financier)
- Le risque de simplification des contraintes ne représentant pas la situation réelle de l'exploitant,

- La non prise en compte de phénomènes de catastrophe ; l'hétérogénéité du milieu (sol peu drainé, bien drainé, l'expérience des agriculteurs qui sont de nature à affecter les résultats obtenus).
- La méthode peut s'avérer coûteuse lorsque les calculs sont faits avec une simple calculatrice. Nous avons pallié à cette dernière limite en utilisant le logiciel LINDO sur IBM compatible.

Description de la matrice utilisée.

La ligne 1 représente la fonction d'objectif qui est la maximisation de la valeur ajoutée brute monétaire globale (valeur de la production vendue moins les charges variables) sous les contraintes suivantes : la contrainte 1 représente l'assolement retenu en fonction des différentes activités de productions végétales devant être inférieur ou égal à la superficie totale cultivable au niveau du village qui est de l'ordre de 1822 hectares. Comme déjà indiqué, nous n'avons pas introduit différents types de sols avec différentes productivités, compte tenu de la disponibilité de l'information concernant cet aspect.

- Les contraintes 3 et 4 représentent la disponibilité en main d'oeuvre pendant les deux périodes de récolte retenues.

Les actifs travaillent tous les jours pendant la période de récolte en moyenne 8 heures par jour.

Pour la période de septembre, l'essentiel de la récolte étant celle du maïs, du niébé fourrager et une faible proportion de coton, nous avons limité la disponibilité en main d'oeuvre aux actifs agricoles alors que pour la période de novembre, nous avons une disponibilité en main d'oeuvre plus élevée suite à une mobilisation des personnes non actives (enfants, vieilles personnes) et des associations villageoises. Pour une population estimée à 1000 habitants et un ratio actif personne à charge de l'ordre de 1/3, la disponibilité en cette période est de l'ordre de 30.000 hommes-jour.

Nous n'avons pas introduit la possibilité de recrutement de la main d'oeuvre extérieure au village.

- La contrainte 5 représente la consommation en attelage par activité. Le coefficient technique de culture attelée étant estimé à 5 hectares par attelage, soit 0,4 attelage par hectare cultivé que nous avons affecté aux activités demandant plus d'attelage (le coton et la culture en pure du maïs). Pour les autres activités, l'essentiel de l'intervention tant limitée au labour ou en partie au premier sarclage, nous avons réduit cette

STRUCTURE DE LA MATRICE

: picture

[illegible]

1:	-D-E-E	'	-D E		B B B B-C-C-D	MAX
2:	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1					< D
3:	4 5'6 B B'B B B'	B		-B		<
4:	B B B	7 7 7		-B		<
5:	T T T T T T T T U U	U-T			-1	<
6:	D 'D D 'D	-C			-C	<
7:		-C-C-C-C-C-D	C		C	<
8:			1			< D
9:		-C-C'		1	1	<
10:		-D-D-D-D-D		1	1	<
11:		-C		1	1	<
12:			-1-1-1'	C		<
13:	-C-D-D				1	<
14:		-C-C-C-C-C-C	-D C-C-B		C	<
15:			-D-D'C-C-A'		C	<
16:			-B C-B-C		C	<
17:				1	-B	<
18:	' C'C	B'B B B'			-1'	<
19:	B B	C C B C			-1	<
20:				1		= C
21:	U U'U	T T'T T T'T U			-1'	<
22:	T T T T T T T T U	U			-1	<
23:			1			=

consommation en attelage. L'activité élevage fournit à cette contrainte 0,3 attelage correspondant au ratio bovin de trait sur bovin total.

- La contrainte 6 représente l'équilibre entre la consommation en fumure organique (fumier) par les différentes activités de productions végétales et les productions par UBT en fumier de l'ordre de 1000 kilogrammes.

- La contrainte 7 représente la production de paille par activité destinée à la fabrication du fumier. Une faible proportion des pailles de maïs est récupérable pour cette fin et par hypothèse, toutes les pailles ou du moins une grande partie des pailles de sorgho et mil sont susceptibles d'être mobilisées pour être utilisées comme litières dans les parcs. La faible productivité du troupeau dit extensif en fumier, 1000 kilogrammes par UBT et par an fait que nous avons fixé la consommation de paille à 700 kilogrammes par UBT et par an. La contrainte 8 représente les disponibilités fourragères sur les parcours exprimés en UF (unités fourragères) de l'ordre de 0,15 à 0,2 UF par kilogramme de matière sèche de fourrages de faible qualité, soit 267 UF par hectare sur les zones de parcours et 1040 UF /Ha sur les jachères.

Les besoins de consommation en UF sont estimés à 1430 UF/UBT/AN.

- Les contraintes 9, 10 et 11 représentent les ventes possibles de céréales dès lors que la contrainte d'autoconsommation est satisfaite en fonction des différents rendements.

- La contrainte 12 est une contrainte d'autoconsommation en céréales - maïs - mil - sorgho avec une consommation annuelle de 200 kilogrammes par personne.

- La contrainte 13 représente les ventes de coton en fonction des différents niveaux d'intensification.

- Les contraintes 14, 15 et 16 représentent les disponibilités fourragères pour les trois périodes exprimées en UF : pour la paille de maïs de l'ordre de 0,3 UF par kilogramme de matière sèche en pailles, pour les fourrages sur jachères d'une productivité de 2600 kilogramme de matière par hectare et par an pour la strate herbacée avec environ 0,4 UF par kilogramme de matière sèche (0,35 UF mémento de l'encadreur CMDT).

Les fourrages de maïs sont tous utilisés dans la première période du calendrier d'affouragement, novembre-février une bonne partie des fourrages de la strate herbacée des jachères (500 UF) et une faible proportion des parcours. En période II, la part des parcours dans l'affouragement ainsi que celle des sous-produits de récolte sont très

ECRITURE DU MODELE SOUS "LINDO"

MAX - 8515 COT1 - 15515 COT2 - 15515 COT3 - 5000 STYLO + 17500 ELEV
+ 34 VENMAIS + 38 VENMIL + 36 VENSORG + 84 VENCOTON - 155 ACHENGR
- 145 ACHUREE - 6250 ACHTRAC

SUBJECT TO

- 2) COT1 + COT2 + COT3 + MAIS1 + MAIS2 + MAIS3 + MAISPM1 + MAISPM2
+ SORGHO + NIEBE + STYLO + JACHERE <= 1822
- 3) 4 COT1 + 5 COT2 + 6 COT3 + 42 MAIS1 + 44 MAIS2 + 47 MAIS3
+ 34 MAISPM1 + 38 MAISPM2 + 66 NIEBE - 12 POPULATN <= 0
- 4) 35 COT1 + 54 COT2 + 62 COT3 + 7 MAISPM1 + 7 MAISPM2 + 7 SORGHO
- 30 POPULATN <= 0
- 5) .4 COT1 + .4 COT2 + .4 COT3 + .4 MAIS1 + .4 MAIS2 + .4 MAIS3
+ .2 MAISPM1 + .2 MAISPM2 + .1 SORGHO + .1 NIEBE + .1 STYLO - .3 ELEV
- ACHTRAC <= 0
- 6) 5000 COT1 + 5000 COT3 + 5000 MAIS1 + 5000 MAIS3 - 1000 ELEV
- 1000 ACHTRAC <= 0
- 7) - 600 MAIS1 - 750 MAIS2 - 1000 MAIS3 - 750 MAISPM1 - 1000 MAISPM2
- 3700 SORGHO + 700 ELEV + 700 ACHTRAC <= 0
- 8) PARCOURS <= 4193
- 9) - 500 MAISPM1 - 500 MAISPM2 + CONSMIL + VENMIL <= 0
- 10) - 1200 MAIS1 - 1500 MAIS2 - 2000 MAIS3 - 1500 MAISPM1
- 2000 MAISPM2 + CONSMAIS + VENMAIS <= 0
- 11) - 800 SORGHO + CONSORG + VENSORG <= 0
- 12) - CONSMAIS - CONSMIL - CONSORG + 200 POPULATN <= 0
- 13) - 900 COT1 - 1400 COT2 - 1600 COT3 + VENCOTON <= 0
- 14) - 367 MAIS1 - 467 MAIS2 - 633 MAIS3 - 467 MAISPM1 - 633 MAISPM2
- 150 SORGHO - 1200 STYLO + 476 ELEV - 500 JACHERE - 44.5 PARCOURS
+ 476 ACHTRAC <= 0
- 15) - 1400 NIEBE - 1900 STYLO + 476 ELEV - 500 JACHERE - 10 PARCOURS
+ 476 ACHTRAC <= 0
- 16) - 93 STYLO + 476 ELEV - 40 JACHERE - 212.5 PARCOURS + 476 ACHTRAC
<= 0
- 17) CONSMAIS - 20 POPULATN <= 0
- 18) 150 COT2 + 150 COT3 + 100 MAIS2 + 100 MAIS3 + 50 MAISPM1
+ 100 MAISPM2 - ACHENGR <= 0
- 19) 50 COT2 + 50 COT3 + 150 MAIS2 + 150 MAIS3 + 75 MAISPM1
+ 150 MAISPM2 - ACHUREE <= 0
- 20) POPULATN = 1000
- 21) .025 COT1 + .038 COT2 + .044 COT3 + .4 MAIS1 + .45 MAIS2
+ .53 MAIS3 + .23 MAISPM1 + .25 MAISPM2 + .15 SORGHO + .05 NIEBE
- NOMCHAR <= 0
- 22) .4 COT1 + .4 COT2 + .4 COT3 + .4 MAIS1 + .4 MAIS2 + .4 MAIS3
+ .2 MAISPM1 + .2 MAISPM2 + .1 SORGHO + .1 STYLO - BOVTRAIT <= 0
- 23) STYLO = 0

END

réduites, l'essentiel de l'alimentation étant fournie par les jachères et le stylosanthès plus brachiaria avec une productivité en matière sèche de l'ordre de 6000 kilogrammes par hectare, soit 3133 UF.

- La contrainte 17 représente la contrainte d'autoconsommation en maïs de l'ordre de 10% des besoins annuels, soit 20 kilogrammes de maïs par personne et par an.

- La contrainte 18 représente la consommation en engrais complexe par les différentes activités de productions végétales en fonction des doses apportées à l'hectare et les achats en engrais complexe.

- La contrainte 19 représente la consommation en urée par les différentes activités.

- La contrainte 20 représente la population que nous avons fixée à 1000 habitants, proche de nos estimations et qui sera par la suite relâchée et générée directement par le modèle.

La contrainte 21 représente les besoins de transport exprimés en nombre de charrettes par activité que nous avons générée d'une manière endogène en l'absence de données précises pour évaluer les besoins.

La ligne 22 représente la possibilité de génération du nombre de bovins de trait par le modèle.

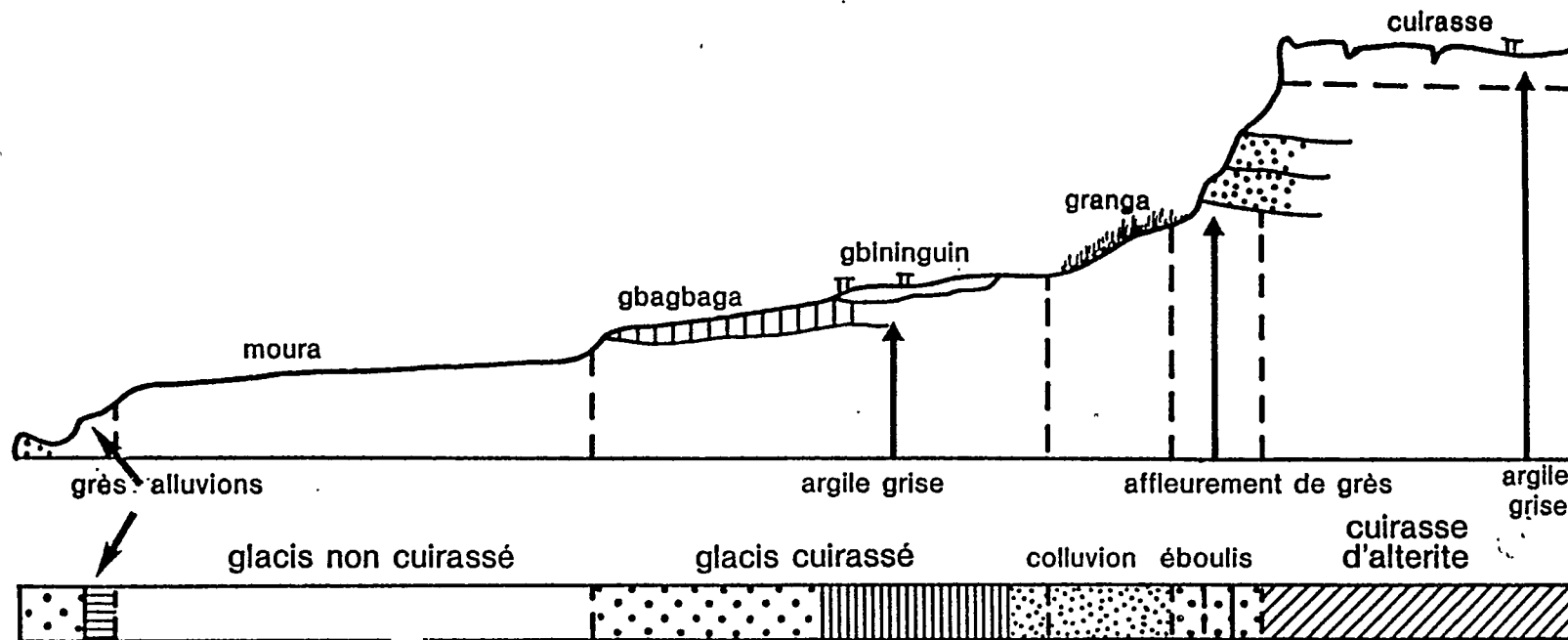
La ligne 23 représente la possibilité d'autoriser ou d'interdiction d'une activité à sortir dans les solutions du modèle.

CHAPITRE II DESCRIPTION DU MODELE RETENU.

Nous avons simplifié la toposéquence en deux parties:

- la première partie constituée par le glacis cuirassé selon ARNAUDIN ou terrain cuirassé (TC) selon la classification du PIRT, représente la zone de parcours dominée par des espèces fourragères de faible productivité et de faible qualité. Elle représente environ 70% des superficies totales du village (4193 hectares);
- la deuxième zone constituée essentiellement par le glacis non cuirassé ou la plaine limoneuse (PL), représente la zone cultivable (1822 hectares).

Carte no. 4 Schema d'une toposequence du territoire de Fonsebougou
d'après Arnaudin (1981)



A ce niveau, il aurait été intéressant de distinguer différents types de sols avec leur niveau de productivité mais les informations dont nous disposons ne nous permettent pas de tenir compte de cette classification.

D'autre part, dans l'étude du système productif, nous avons fait état d'un certain mode d'occupation des terres qui partait des abords immédiats du village aux champs lointains. Cette observation cependant ne traduit nullement l'existence d'une auréole autour du village de Fonsébougou, le terme champs de case mérite par conséquent d'être nuancé. Aussi, avons-nous considéré que toutes les cultures sont pratiquées sur un même type de sol sablolimoneux ou "MOURA", nom vernaculaire donné à ce type de sol.

Quant au deuxième type de sol gravillonnaire, "GBAGBAGA" très souvent situé sur les flancs de collines, nous ne l'avons plus retenu par manque d'information.

Les différentes activités

Les différentes activités retenues au niveau du modèle sont une simplification de celles pratiquées par les agriculteurs avec cependant, l'introduction de certaines qui ont fait l'objet d'expérimentations au niveau du village par la recherche systèmes et en voie de passage à la vulgarisation.

Les activités de productions végétales qui ont été décrites dans le système de culture sont à différents niveaux d'intensification à base de consommations intermédiaires d'origine industrielle (engrais minéraux) ou autofournies (fumure organique). Par souci de simplification, nous adopterons les terminologies suivantes pour les différentes activités:

- 1) Techniques actuelles. Il s'agit pour la plupart de celles qui sont pratiquées par les paysans et de celles qui sont vulgarisées par la CMDT;
- 2) techniques plus intensifiées à base de consommations intermédiaires. Il s'agit des activités bénéficiant d'une fertilisation organominérale combinant la dose vulgarisée en engrais minéraux à un apport complémentaire de 5000 kg par hectare de fumier organique dans un souci de préservation de l'humus du sol (essais fumier en milieu paysan DRSPR/VF 1984-1989).
- 3) Techniques dites extensives où l'on substitue la fumure organique autofournie à la fumure minérale dans un souci de minimiser les coûts; mais avec des rendements moindres. De plus, les parcours et les jachères ont été considérées comme des

activités qui produisent du fourrage consommé par l'activité élevage à différentes périodes de l'année.

Une seule activité élevage, qui consomme du fourrage et produit de la fumure organique et des bovins de trait, pour les activités agricoles .

Nous n'avons pas introduit des ressources comme aliment du bétail bien que considérées comme ressources locales. Il serait possible de tenter une éventuelle substitution de ces aliments produits par la CMDT aux ressources fourragères dites de qualité médiocre permettant d'augmenter les disponibilités en paille pour la fabrication de fumure organique. Mais les informations dont nous disposons ne nous permettent pas d'inclure une telle hypothèse.

a) Les techniques actuelles

Il s'agit là de l'assolement pratiqué par les agriculteurs avec application (ou non) des doses de fertilisation recommandées par la vulgarisation.

Les spéculations sont pour l'essentiel le coton, le maïs, le maïs/petit-mil, le sorgho et le niébé fourrager. Les techniques culturales sont dans l'ensemble les mêmes que celles pratiquées avec des variations au niveau de la fertilisation.

- Le coton II (COT2)

Il s'agit de la culture du coton avec fumure minérale vulgarisée.

Apport de fumure minérale à la dose de 150 kg par hectare d'engrais complexe (14 - 22 - 12) et 50 kg par hectare d'engrais urée (46N) avec un niveau de rendement de l'ordre de 1400 kg par hectare de coton grain correspondant au niveau de rendement moyen observé au niveau des exploitations.

- Le maïs II (MAIS2)

Le maïs est cultivé en culture pure avec un apport de la dose vulgarisée : 100 kg par hectare d'engrais complexe et 150 kg par hectare d'urée, soit 83N - 22P2O5 - 18K2O avec un niveau de rendement de l'ordre de 1500 kg par hectare de grains de maïs.

- Le sorgho

Cette spéculation ne bénéficie d'aucune fertilisation ni minérale, ni organique. Cependant, sa position dans la rotation venant après le coton ou le maïs est susceptible de le faire bénéficier des éventuels arrières effets des intrants apportés sur ces différentes spéculations. Le rendement actuel est de l'ordre de 800 kg/ha.

- Le maïs/petit-mil I (MAIS PM1)

En l'absence de données sur la fertilisation de cette activité, nous retenons l'application de la moitié de la dose de fertilisation du maïs en culture pure sur cette association comme étant une expression de la pratique actuelle des agriculteurs. En effet, des enquêtes que nous avons effectuées en 1985 et reprises en 1986 ont toutes montré une forte variabilité en matière de fertilisation allant d'une culture associée sans aucun apport à une culture où l'on apporte la dose vulgarisée sur la culture pure. La dominante étant la faible dose vue la faible exigence du petit-mil, les rendements cumulés sont de l'ordre de 1500 kg par hectare en moyenne pouvant atteindre dans certaines années 2000 kg par hectare (Cf test maïs-petit-mil).

Les apports de fertilisants sont de 50 kg par hectare d'engrais complexe et 75 kg par hectare d'engrais urée.

- Le niébé fourrager (NIEBE)

Cette spéculation est d'une introduction récente par la recherche comme déjà évoqué dans l'étude du système de culture. Son adoption semble rencontrer un certain nombre de difficultés d'ordre technique amenant dans certains cas à la reconversion des dites parcelles en niébé grains. Nous l'avons considéré comme pratique actuelle puisque déjà vulgarisée, aucun apport de fertilisant avec un rendement de l'ordre de 2000 kg par hectare de matière sèche de fourrage.

b) Les techniques plus intensifiées

Il s'agit des techniques de fertilisation susceptibles d'être adoptées lorsqu'un certain niveau d'intégration de l'élevage à l'agriculture est atteint.

- Coton III (COT3)

Combinaison de la fertilisation minérale vulgarisée 150 kg par hectare d'engrais complexe plus 50 kg par hectare d'engrais urée et un apport de 5000 kg par hectare de fumier avec un rendement de l'ordre de 1600 kg par hectare de coton graines en moyenne (Cf essais fumier en milieu paysan).

- Maïs en culture pure III (MAIS3)

Cette spéculation étant considérée comme une culture de rapport de diversification, nous avons apporté un niveau d'intensification assez élevé avec une fertilisation organo-minérale élevée dans un souci de préservation de l'humus du sol.

Un apport de la dose vulgarisée sur maïs en culture pure plus 5000 kg par hectare de fumier avec un rendement de l'ordre de 2000 kg par hectare de grains de maïs et un rendement en paille de l'ordre de 4000 kg par hectare.

- Le stylosanthès hamata en associé (STYLO)

Cette culture fourragère à base d'espèces perennes est d'une introduction récente sur des jachères de courte durée de l'ordre de 4 à 5 ans. Les objectifs ont été évoqués dans le chapitre sur les systèmes de culture. L'objectif d'affouragement justifie sa présence au niveau du modèle.

Il s'agit en fait de deux espèces : une légumineuse stylosanthès hamata et une graminée brachiaria ruziziensis semées en ligne. Les interventions sont limitées au labour et au semis.

Les espèces sont pâturées sur pied. Les rendements sont de l'ordre de 6000 kg par hectare de matière sèche. Par hypothèse, nous avons considéré que les semences sont achetées alors que des possibilité d'auto-fourniture de semences ont été testées.

- Maïs-petit-mil en culture associée MPM II (MAIS PM2)

Il s'agit d'un apport de la fumure minérale vulgarisée sur le maïs au niveau de l'association en vue d'améliorer les performances du maïs même si ceci devrait se faire au détriment du petit-mil ou mil Pénisétum, 100 kg par hectare d'engrais complexe et 150 kg par hectare d'urée avec les rendements cumulés de l'ordre de 2500 kg par hectare en moyenne et les rendements en paille de l'ordre de 5000 kg par hectare

c) Les techniques dites extensives

Il est question ici d'une éventuelle substitution totale de la fumure organique (fumier) aux engrais minéraux avec des performances légèrement inférieures aux autres techniques et avec des coûts monétaires inférieurs.

- Le coton I (COT1)

Apport de 5000 kg par hectare de fumier sans engrais minéraux avec des rendements de l'ordre de 900 à 1000 kg par hectare de graine.

- Le maïs I (MAIS1)

Apport de 5000 kg par hectare de fumier sans apport d'engrais minéraux avec un rendement de l'ordre de 1200 kg par hectare de grains de maïs et 2400 kg par hectare de paille.

d) Les parcours (PARCOURS)

Les parcours comme déjà évoqué sont représentés par les zones non cultivables avec des espèces de faible qualité. La productivité en fourrage est estimée à 1700 kg par hectare de matière sèche par an de l'ordre de 0,15 à 0,2 UF (unité fourragère par kilogramme de matière sèche produite).

e) Les jachères (JACHERES)

Elles sont situées sur les zones cultivables et ont une productivité de l'ordre de 2600 kg par hectare de matière sèche par an pour la strate herbacée (Cf LELOUP, TRAORE 1989) et des teneurs en UF de l'ordre de 0,35 à 0,4 par kilogramme de matière sèche produite.

f) L'élevage (ELEV)

L'activité élevage est exprimée en UBT (unité bovin tropicale). Elle consomme du fourrage produit sur les parcours, les jachères et sur les soles fourragères en fonction des différentes périodes et elle produit du fumier et des bovins destinés à l'attelage.

Nous avons établi un calendrier d'affouragement étalé sur trois périodes en fonction des disponibilités fourragères. Tous les fourrages sont exprimés en UF (unités fourragères). Les besoins sont calculés par référence aux normes retenues dans le mémento à l'usage de l'encadreur: intégration agriculture élevage (CMDT/IER -1987) : besoins d'entretien, de travail fort et de croissance pour les bovins de trait et les besoins d'entretien et de travail léger pour les autres troupeaux.

Le ratio bovin de trait sur bovins totaux est de l'ordre de 0,3 pour le village de Fonsébougou.

Le calendrier retenu est une adaptation simplifiée de LELOUP et TRAORE 1989.

Période I : novembre à février

L'essentiel de l'alimentation du bétail est constitué par les sous-produits de culture, en grande partie, les fourrages de maïs et une faible proportion des pailles de sorgho ; une bonne partie des jachères naturelles et faible proportion des parcours

Période II : mars à juin

L'essentiel du fourrage est constitué par celui des jachères et éventuellement du stylosanthes, presque pas de sous-produits. Les jachères étant réduites dans l'espace et

dans le temps suite à l'extension des superficies cultivées, on comprend aisément que c'est la période la plus contraignante pour l'alimentation des animaux.

Période III : juillet à octobre

Les animaux sont hors zone de culture et se nourrissent essentiellement sur les parcours.

N.B. Pour les pailles de maïs, nous sommes partis de l'hypothèse que 50% d'entre elles sont récupérables pour des fins fourragères avec 0,4 UF par kilogramme de matière sèche de paille de maïs. Compte tenu de ces relations de complémentarité et de concurrence entre activité de production animales et les activités de productions végétales, un certain nombre de contraintes ont été retenues au niveau du modèle.

- Relations de complémentarité et de concurrence

Les relations de complémentarité s'expriment par la production fourragère sur la zone de culture (sous-produits de récoltes, sole fourragère) à destination des productions animales et de la production de fumure organique et de bovins de trait à destination des productions végétales, d'où l'introduction dans le modèle des contraintes d'affouragement, de fertilisation à base de fumier pour les activités qui en consomment et d'attelage (force de traction).

Les relations de concurrence sont en grande partie liées à l'extension des superficies cultivées au détriment des jachères ne permettant pas aux effectifs animaux de se maintenir au niveau du système.

Les coefficients de consommation d'attelage sont fonction de son intensité; le coton et le maïs demandant plus d'attelage que les autres activités, ont un coefficient plus élevé.

Nous sommes partis du coefficient de 5 hectares par attelage pour l'ensemble de la zone pour faire notre calcul.

g) La démographie

En l'absence de données précises sur l'évolution démographique du village, nous l'avons approchée de deux manières :

- dans un premier temps, nous sommes partis des données d'enquête qui la situerait aux environs de 1000 habitants;
- dans un deuxième temps, nous l'avons générée par le modèle. Cette population fournit de la force de travail.

- La force de travail

Au niveau de l'utilisation de la force de travail, nous avons retenu la période de récolte comme étant la plus contraignante et répartie en deux sous-périodes :

- la sous-période de septembre qui correspond à la récolte du maïs, du niébé fourrager et d'une faible proportion de coton à la fin de la troisième décade du mois;
- la sous-période de novembre qui correspond à la récolte du coton et du sorgho-mil.

Les temps de travaux utilisés sont la synthèse des résultats de BROSSIER, JAGER 1984 ; P.J.MATLON au Burkina 1988 et J.L.SABATIER, MALAWI 1988.

Pour cette période de récolte, les échanges de travaux entre les différentes catégories d'exploitations sont tels que les inégalités s'équilibrent par le biais des associations au niveau du village où le recours à la main d'oeuvre extérieure est très rare; l'essentiel de cette main d'oeuvre provient de la population elle même. De plus, la mobilisation de toutes les ressources disponibles, enfants et vieilles personnes pendant cette période, fait que nous avons donné plus de flexibilité à cette contrainte surtout en novembre pour voir la réaction du système et le caler plus correctement.

La main d'oeuvre est donc à la fois contraignante et flexible compte tenu des différents flux au niveau du village.

- Les besoins d'autoconsommation

La base de l'alimentation étant constituée par les sorgho-mils, la contrainte d'autoconsommation est en grande partie satisfaite par ces activités avec une possibilité de vente du surplus dès que la contrainte est satisfaite. Le maïs rentrant peu dans l'alimentation, nous avons autorisé une consommation en maïs ne dépassant pas les 10% du total d'autoconsommation.

- Les besoins monétaires

Les besoins monétaires se traduisent dans le modèle par la fonction d'objectif que les agriculteurs du village cherchent à maximiser à l'échelle d'une année, sous les diverses contraintes sus-mentionnées. Elle est représentée par la valeur ajoutée brute globale (les ventes de produits, déduction faite des charges variables monétaires).

- les charges variables sont essentiellement les engrais minéraux et les insecticides.

- Environnement économique

L'environnement économique a été pris en compte sous deux aspects:

- le problème de débouchés surtout pour les productions animales (viande); les prix des différentes productions végétales.

C'est pour ces différentes considérations d'ordre macro-économique que nous avons utilisé dans le modèle le prix officiel au producteur pour le coton qui n'a pas évolué depuis 1985 et le prix dit officiel des céréales en vigueur en 1985 qui était de 55F CFA pour les mils-sorgho-maïs. Ensuite, nous avons appliqué le prix observé sur le marché céréalier, prix moyen pour l'ensemble de la région administrative de Sikasso pour les différentes spéculations céréalières, résultat d'une enquête agricole dite de conjoncture effectuée par le Ministère du Plan du Mali en 1987. Ces prix sont de 38F CFA pour les mils Pénisétum, 36F CFA pour les sorghos et 34F CFA pour les maïs.

Les activités de productions fourragères font l'objet d'une valorisation indirecte à travers l'activité élevage qui elle-même est valorisée dans un premier temps d'une manière indirecte en fournissant de la fumure organique et de l'attelage pour les productions végétales qui en contre partie fournissent des fourrages (pailles de maïs exprimées en UF) et de la litière (pailles lignifiées de sorgho-mils).

Dans une deuxième phase, compte tenu des problèmes de débouchés que connaissent les productions animales à l'échelle nationale notamment la perte du marché ivoirien fortement concurrencé par les viandes dites "extra-africaines", nous avons appliqué un prix moyen de 350F CFA par kilogramme de viande proche d'un prix moyen au niveau du marché local le plus proche du village (marché de DOUMANABA), ceci dans l'hypothèse d'un gain de poids de 50 kilogrammes par UBT par an en vue d'évaluer son impact au niveau du système agraire villageois.

CHAPITRE III LES RESULTATS DU MODELE

Dans ce chapitre, nous discuterons des différentes solutions obtenues en fonction des scénarios d'alternatives techniques décrits dans le précédent chapitre. Nous adopterons une analyse comparée des différents systèmes par rapport aux hypothèses.

Dans une première étape, nous décrirons la situation dite de base à partir de laquelle, différentes hypothèses agrotechniques et socio-économiques ont été testées:

Première hypothèse: la modification des modes de gestion du troupeau est une condition nécessaire mais non suffisante pour permettre une substitution partielle ou totale du fumier aux engrais minéraux.

Hypothèse II : l'amélioration de l'alimentation des animaux par une augmentation des disponibilités fourragères (adjonction d'une sole fourragère sur jachère de courte durée) permet une véritable promotion de production de fumure organique.

Hypothèse III : L'augmentation du prix des intrants est de nature à accentuer la pression sur la terre.

Hypothèse IV : La libéralisation du marché céréalier limite les quantités produites.

Hypothèse V : L'existence d'un débouché commercial pour les productions animales, permet en plus de l'amélioration de l'alimentation une augmentation de la productivité.

Situation de base.

La situation de référence dans le modèle représente un assolement qui correspond le mieux au fonctionnement du système actuel au niveau du village. Une population fixée à 1000 habitants, les bovins de trait, étant fournis au niveau des troupeaux villageois.

Les différentes productions végétales ont été valorisées aux prix observés sur le marché (cf enquête agricole de conjoncture en annexe) en 1987 par le Ministère du Plan au niveau régional.

Quant aux productions animales, nous sommes partis d'une hypothèse d'un gain de poids annuel de l'ordre de 50 kilogrammes par UBT valorisé au prix de 350F CFA le kilogramme, proche du prix observé sur le marché local (Doumanaba) soit 17.500 par UBT et par an.

La vente du surplus céréalier dès que la contrainte d'autoconsommation est satisfaite ; le maïs rentre au maximum pour 10% dans les besoins d'autoconsommation. L'établissement de cette situation de base a permis de caler le modèle.

A l'optimum économique, 64% des superficies en coton (508,9) sont occupées par le coton avec fertilisation vulgarisée (150 kilogrammes par hectare d'engrais complexe et 50 kilogrammes par hectare d'urée ;

18% des superficies coton sont occupées par le coton avec fumure organique uniquement (fumier) ;

18% des superficies en coton sont occupées par le coton bénéficiant d'une fertilisation organominérale. Cette répartition peut correspondre à la situation réelle.

**TABLEAU : EVOLUTION DES SUPERFICIES CULTIVEES MOYENNES DE 9 EXPLOITATIONS
ETUDES DE CAS (Ha / EXPLOITATION) EN COMPARAISON AVEC LES RESULTATS DU MODELE**

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	Solution de base du modèle	Introduction de la sole fourragère stylo.	Amélioration de la ges- tion des animaux	Intéraction stylo + fumier
Sup. totale	18,26	19,67	19,96	23,39	22,99	22,58	21,53	08,76	22,09	28,76
Sup. coton	7,09	8,95	9,29	9,84	10,25	9,77	10,12	12,67	10,04	8,09
Sup. céréal	10,26	9,88	9,54	12,88	12,19	12,22	10,70	16,09	12,04	20,67
Sorgho	5,52	4,58	5,54	6,06	7,6	6,62	4,78	10,20	6,13	14,57
Maïs	0,58	1,18	1,02	0,24	0,46	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
*Maïs Mil	2,21	3,47	1,96	5,69	3,56	4,46	5,91	5,89	5,91	6,09
Coton %	38,8	45,5	46,5	42,1	44,6	43,3	50,00	44,00	45,00	28,00
Céréales %	56,2	50,2	47,8	55,1	53,0	54,1	50,00	46,00	55,00	72,00

* Maïs associé et culture pure du mil.

Quant aux productions céréalières, seule la culture associée du maïs et du mil pennisétum à faible niveau de fertilisation et aussi la culture du sorgho, ont été retenues. Aucune forme de culture pure du maïs n'est apparue dans la solution.

Cette spéculation est considérée comme une culture de rapport de diversification et entre peu dans la consommation locale. Le prix appliqué 34F CFA par kilogramme ne semble pas inciter à sa production.

Au niveau de l'assolement, on a 50% coton et 50% céréales, ce qui semble bien correspondre à la situation telle qu'observée sur le terrain.

Le rapport superficie cultivée/superficie cultivable est de l'ordre de 55%. La valeur ajoutée brute par personne permanente est de l'ordre de 67.646 CFA et la valeur ajoutée brute par hectare cultivé de l'ordre de 66.844 CFA en moyenne au niveau de l'ensemble du village. Ces chiffres semblent être cohérents avec ceux observés par BERCKMOES et al. au niveau des exploitations suivies (ceux-ci étant de 74.765F CFA par hectare cultivé en moyenne pour les exploitations suivies en 1982, considérée comme une année relativement bonne (BERCKMOES et Al. 1988 - 22).

Les productions animales exprimées en UBT (unité bovin tropical) sont de 938 UBT dans le modèle contre 800 UBT, résultat d'enquête zootechnique au niveau du village.

Le nombre de bovins de trait générés par le modèle à l'optimum économique est de 281 bovins contre 288 bovins de trait observés par la DRSPR/VF en 1988 pour le village.

Le surplus céréalier que constituent les ventes de céréales est de l'ordre de 536 tonnes toutes céréales confondues ce qui traduit une certaine réalité au niveau d'une zone où le souci de sécurité alimentaire est très important et se traduisant aussi bien au niveau du choix variétal que des modes de conservation (en gerbes pour le sorgho et en épis pour le maïs mil).

Les changements techniques et leurs effets.

Augmentation de la productivité du troupeau par simple modification de la gestion (gardiennage de nuit en saison sèche) sans amélioration des disponibilités fourragères Par hypothèse une modification de la gestion du troupeau avec des parcs de saison sèche, permet de faire passer la production en fumier de 1000 kg/UBT à 2000kg/UBT

avec une adjonction de paille (litière) de 1400kg/UBT au lieu de 700kg dans la situation de base.

Par rapport à cette solution de base l'hypothèse une a été vérifiée:

En effet, la modification des modes de gestion du troupeau par rapport à la situation de base n'a presque pas d'influence au niveau de l'assolement. Par contre il permet un peu plus de vente de céréales (cf schéma). La production en fumier permet de faire apparaître les trois formes de culture du coton avec le même ordre de grandeur que la situation de base. Les effectifs animaux sont de l'ordre de 911 UBT.

La valeur ajoutée brute par habitant est de 69.417F CFA et la valeur ajoutée brute par hectare cultivé est de 66.843F CFA.

Effets de l'introduction d'une sole fourragère à base de stylosanthès.

L'adjonction d'une sole fourragère à base d'espèces pérennes par substitution partielle aux jachères tout en permettant une augmentation de la biomasse (productivité de l'ordre de 6000 kilogrammes de matière sèche par hectare ou 3190 UF) rend possible une augmentation des effectifs animaux en passant de 938 UBT à 1963 soit plus du double des effectifs actuels. La conséquence au niveau du système de culture est que la production de fumier permet une substitution accrue du fumier aux engrais minéraux. Le coton I avec fumure organique représente environ 66% des superficies en coton et le coton II avec fumure minérale vulgarisée représente 34% des superficies en coton ; le coton III avec fertilisation organominérale n'apparaît pas au niveau de ce système. La sole fourragère, tout en permettant une augmentation de la capacité de charge surtout à une période très contraignante dans le calendrier d'affouragement, autorise l'extension des superficies cultivées sur la jachère naturelle. Ceci se traduit d'une part, par une augmentation des superficies par personne permanente de 1 hectare à 1,35 hectare et d'autre part, par une réduction sensible des achats d'engrais de 76.317 à 44.286 kilogrammes, soit une réduction de l'ordre de 42%.

Les productions céréalières n'ont pas changé au niveau des spéculations retenues mais les superficies en sorgho ont plus que doublé au détriment des jachères alors que le maïs associé reste stable. Le coton accuse une légère augmentation de l'ordre de 14%. La conséquence directe d'une telle situation est la disparition de la jachère naturelle à laquelle se substituent une sole fourragère et des sous-produits de culture dans l'affouragement des animaux. Cependant, le fait que le sorgho soit la spéculation à partir

de laquelle se fait l'extension des superficies, peut paraître quelque peu paradoxale, compte tenu de ses faibles performances et de sa place actuelle dans l'assolement. Ceci s'expliquerait en grande partie par le fait que c'est une spéculation qui ne supporte presque pas de charge en matière d'intrants. De plus, le sorgho intervient pour plus de 70% dans la fabrication du fumier (litière) et 23 à 25% de ces sous-produits (feuilles et gaines) entrent dans l'alimentation des animaux en période I - novembre février - ce qui explique que 74% des superficies cultivables soient cultivées, ceci en ne tenant pas compte des superficies occupées par la sole fourragère considérée comme jachère améliorée (3 ans au minimum). On a une amélioration de la valeur ajoutée brute par habitant de 67.646F CFA à 93.766F CFA et une légère augmentation de la valeur ajoutée brute par hectare cultivé de 66.844 à 69.353F CFA. La part du coton au niveau de l'assolement, est de 44% des superficies totales cultivées contre 50% dans la situation de base.

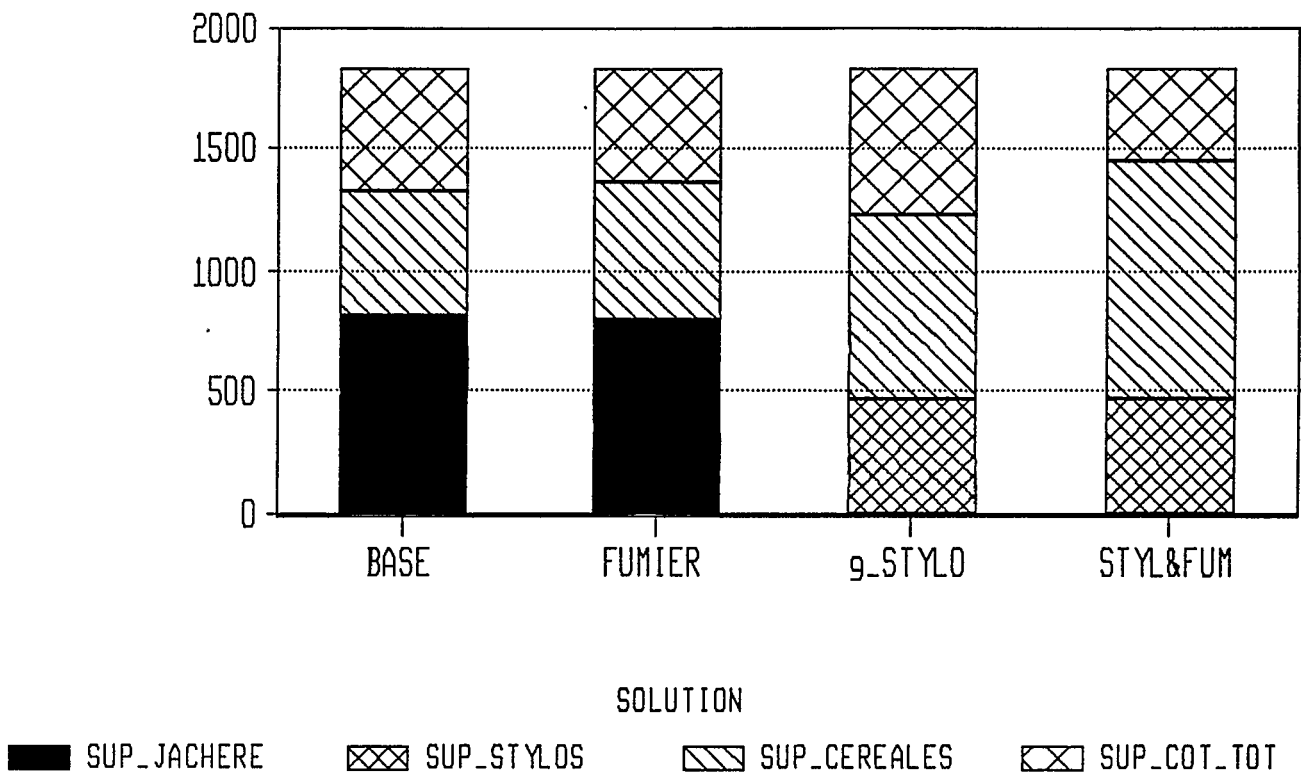
La sole fourragère, tout en permettant l'augmentation des effectifs animaux, crée les voies d'une amélioration quantitative de la production de fumier qui se substitue, du moins partiellement, aux engrais minéraux.

L'interaction entre amélioration de la productivité du troupeau en fumier et les effets de l'amélioration de l'alimentation par le stylo n'est pas significative au niveau des assolements pris globalement. Au niveau de la sole coton seul le coton avec fertilisation organominérale domine plus une très faible proportion de coton avec fumier tout seul.

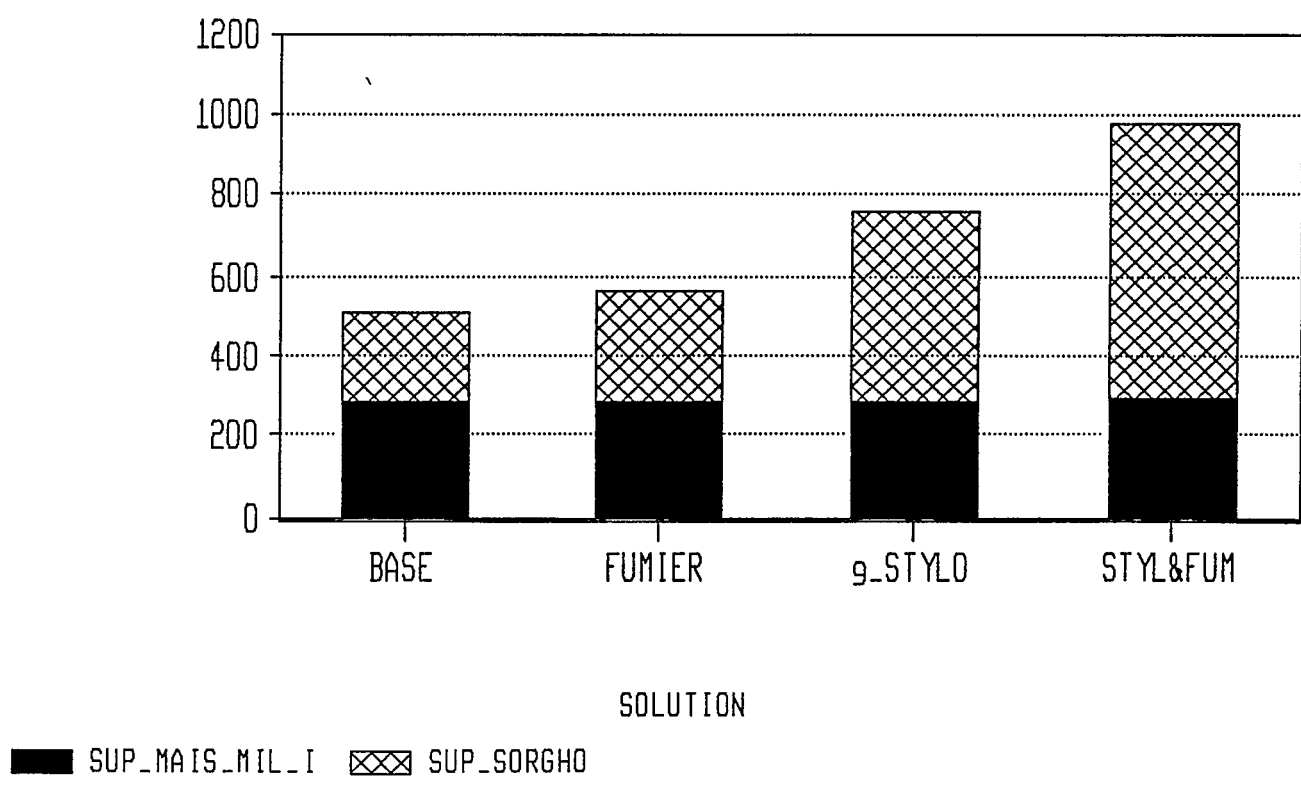
A partir de ces différents scénarios d'alternatives techniques, il semble bien que l'efficacité du fumier sur les productions végétales, ne justifie pas la présence des troupeaux du moins sur un plan économique avec le niveau des performances actuelles. L'adjonction d'une sole fourragère au niveau de la jachère permet d'une part, d'améliorer les performances de l'activité élevage et d'autre part il rend le système plus autonome et plus économe: réduction très sensible des demandes en intrants. Ceci confirme que la contrainte majeure au niveau de l'élevage reste l'alimentation, surtout en certaines périodes de l'année. En débloquent cette contrainte, on donne au système une plus grande plasticité lui permettant de supporter des charges plus élevées.

De plus si la modification des modes de gestion des troupeaux semble être une nécessité, elle n'est cependant pas suffisante pour couvrir les besoins d'auto approvisionnement en fumure organique sans amélioration de l'alimentation que ce

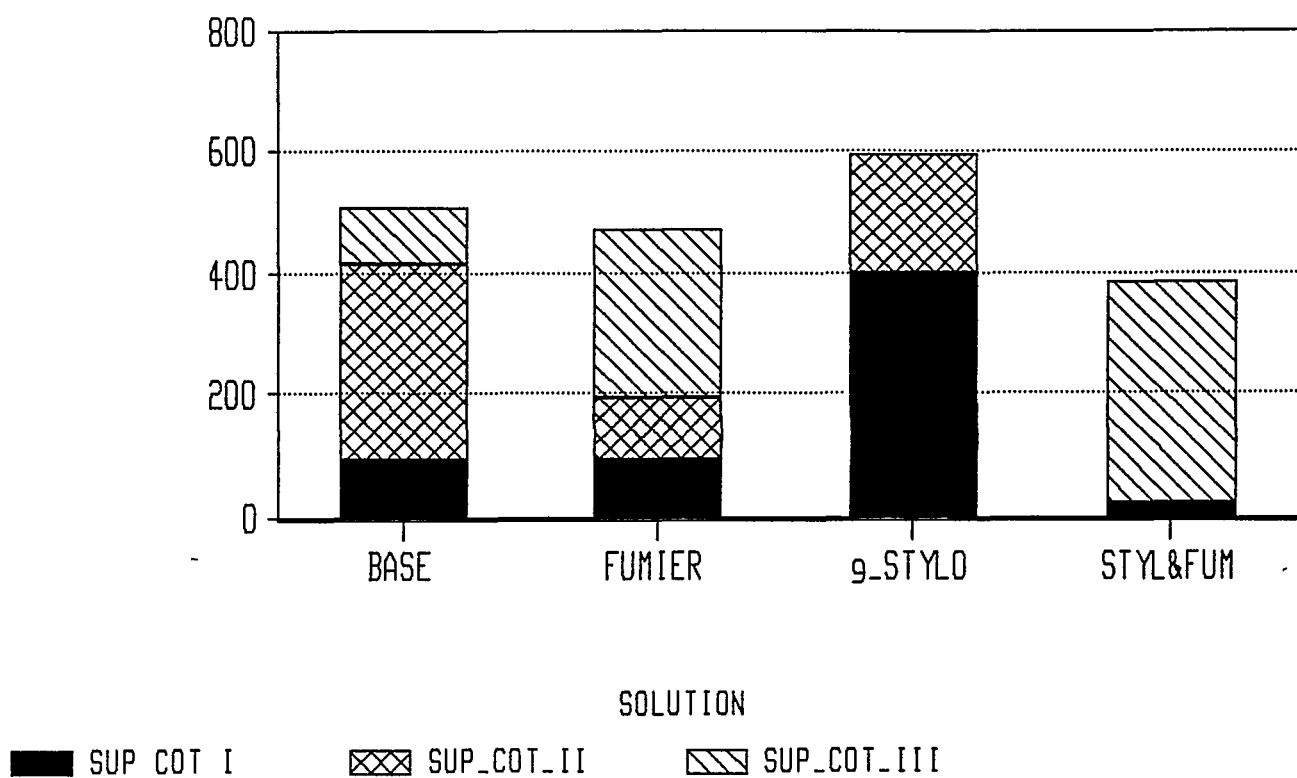
MODIFICATION DES ASSOLEMENTS



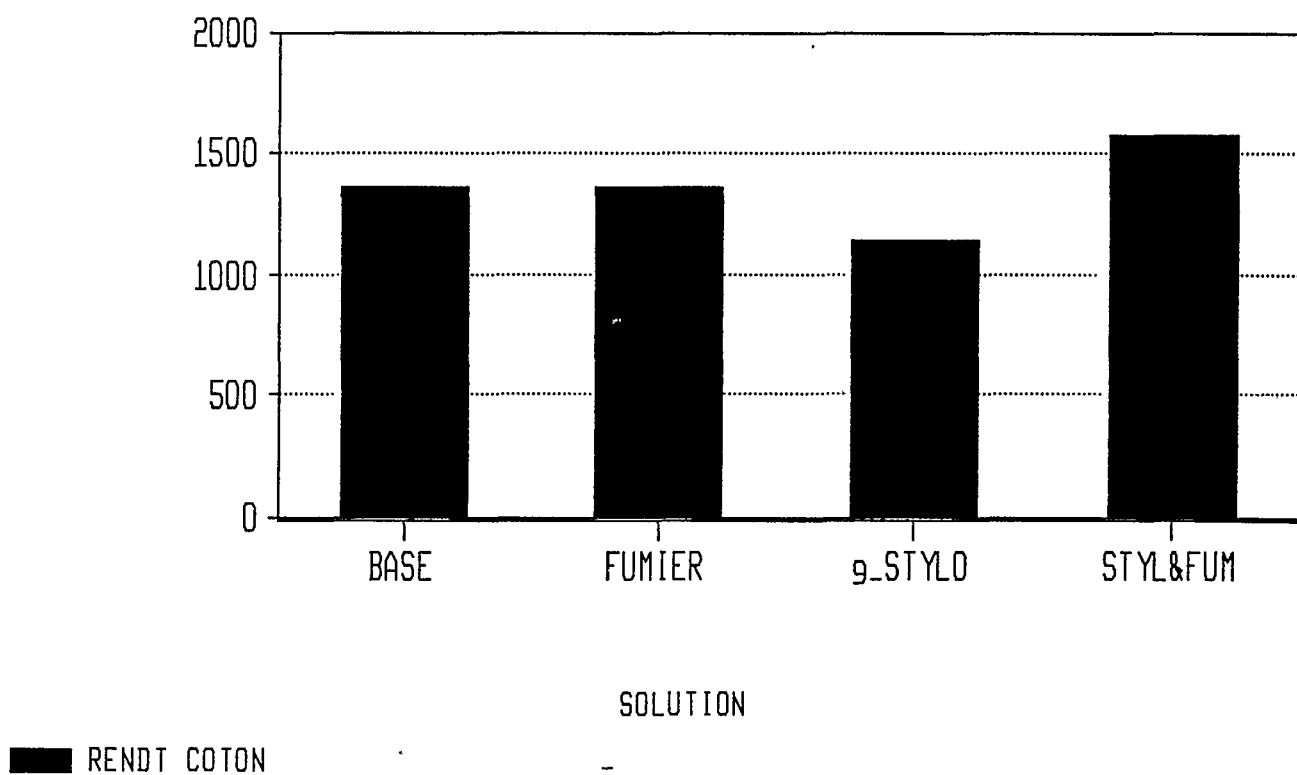
SUPERFICIES EN CEREALES



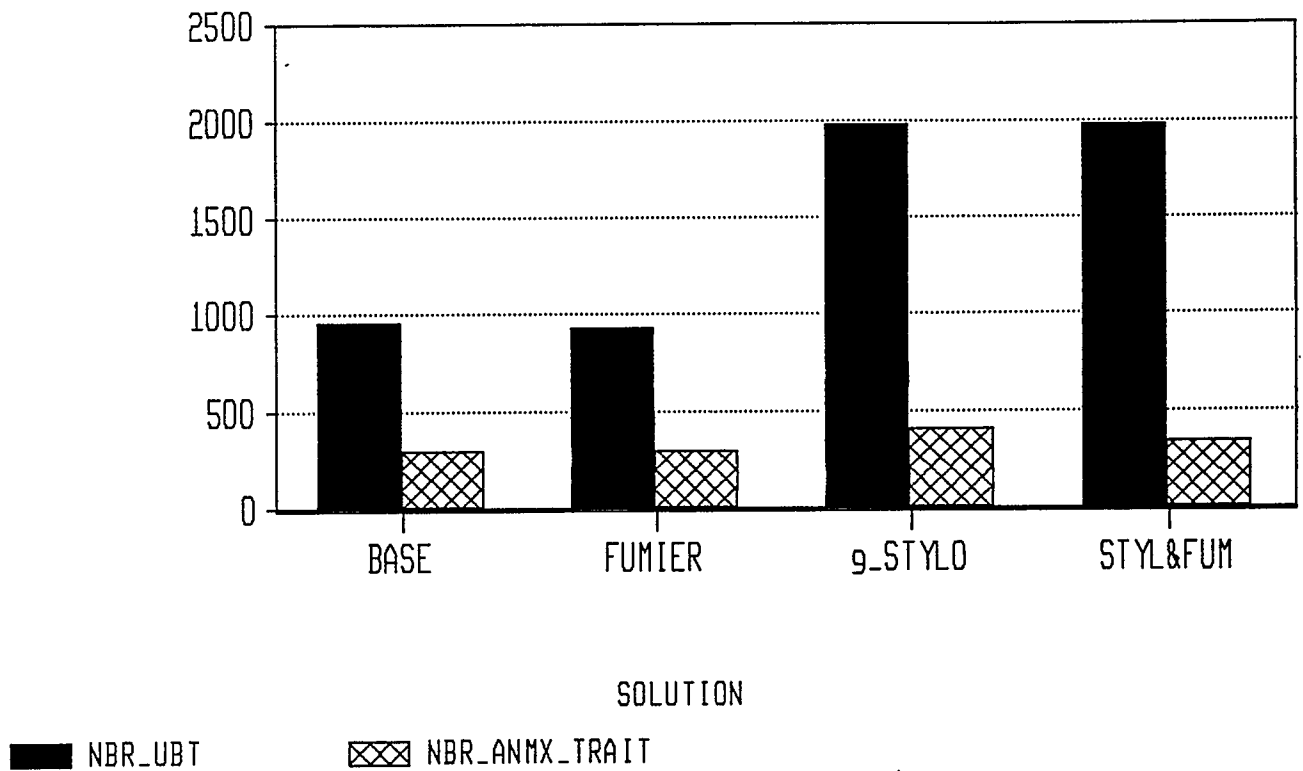
SUPERFICIES EN COTON



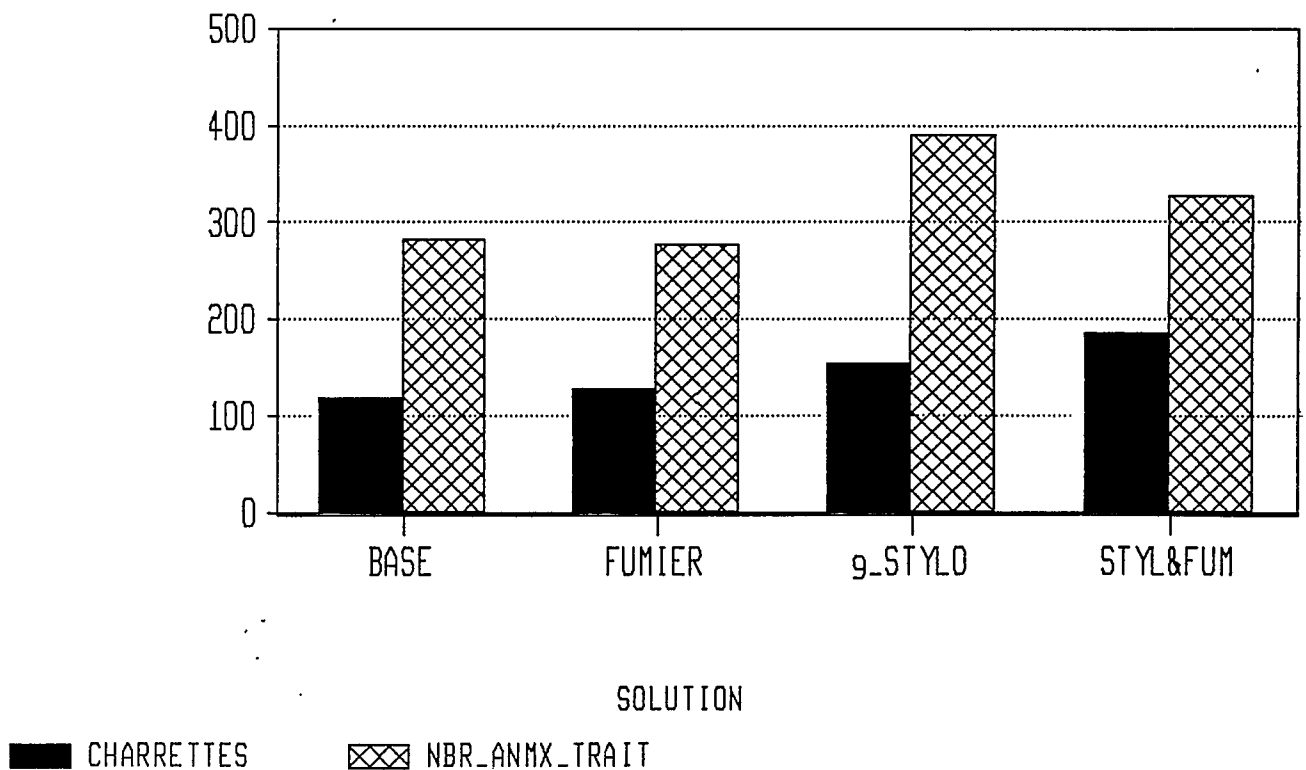
RENDEMENTS MOYENS EN COTON



EFFECTIFS ANIMAUX



CHARRETTES ET ANIMAUX DE TRAIT



soit à base de fourrage autofourni ou d'aliment. Les données dont nous disposons ne nous ont pas permis de faire une analyse achat d'aliments pour animaux.

Effets de l'environnement économique

Dans cette partie, nous étudierons les effets de l'environnement économique, notamment les effets d'une augmentation du prix des engrais à partir de l'analyse de sensibilité effectuée au niveau de la situation de référence sans stylosanthes et avec stylosanthes et, d'autre part, le prix dit officiel des céréales en 1985 est le prix officiel du coton.

Nous analyserons ensuite par la même méthode les effets d'une variation de la valorisation des productions animales en tenant compte des résultats d'analyse de sensibilité dans les situations précédentes.

Effet d'une augmentation du prix de l'engrais complexe.

L'hypothèse de l'effet d'une augmentation du prix des intrants au niveau du système a été testée dans un premier temps au niveau de la situation de base par une analyse de sensibilité en vue de situer le niveau du variation du prix à partir duquel intervient un changement de solution. Cette analyse a montré qu'une augmentation du prix de l'engrais complexe de 2F CFA entraînerait une modification au niveau du système à l'optimum économique.

Cette variation du prix si elle entraîne un changement au niveau du système, il n'est pas significatif d'une manière générale.

Cependant elle entraîne une légère augmentation des superficies en coton avec fumure organique toute seule au détriment de la forme de culture du coton la plus intensive.

Une légère augmentation des effectifs animaux .

Une réduction sensible des superficies en sorgho de 225 à 130 hectares modifiant du coup la structure de la consommation avec introduction du mil pennisétum, environ 38% de l'autoconsommation en céréales qui n'était constituée que du maïs-sorgho avec les proportions de 10% et 90% (du maïs et du sorgho)

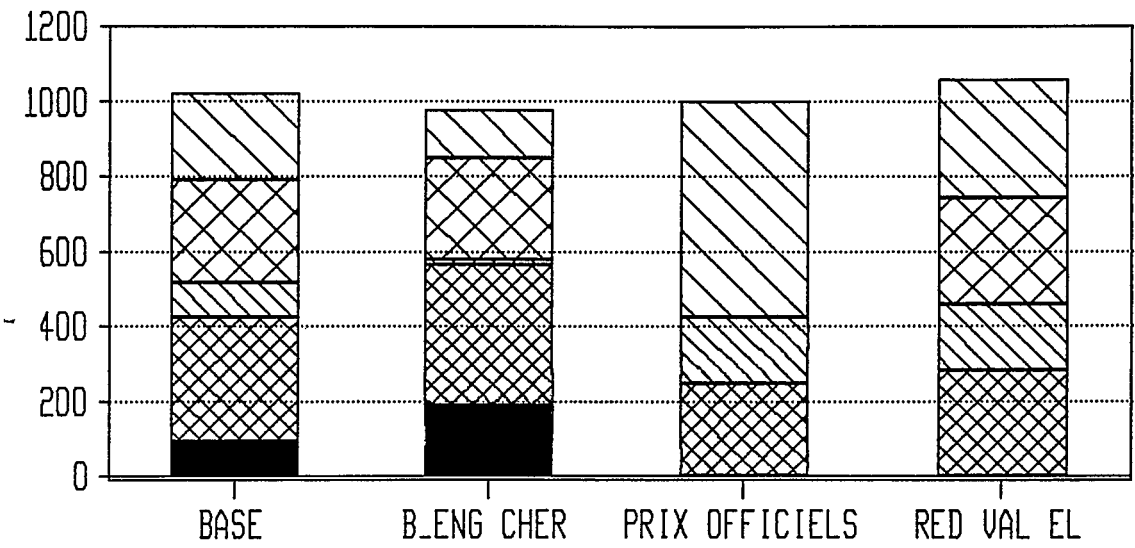
Les achats d'engrais complexe ont légèrement baissé, de 76.317 kg à 70.970 kg soit une baisse de l'ordre de 7% et l'urée de l'ordre de 5%.

Les ventes de coton sont presque du même ordre de grandeur que dans la situation de base alors que les céréales accusent une légère baisse.

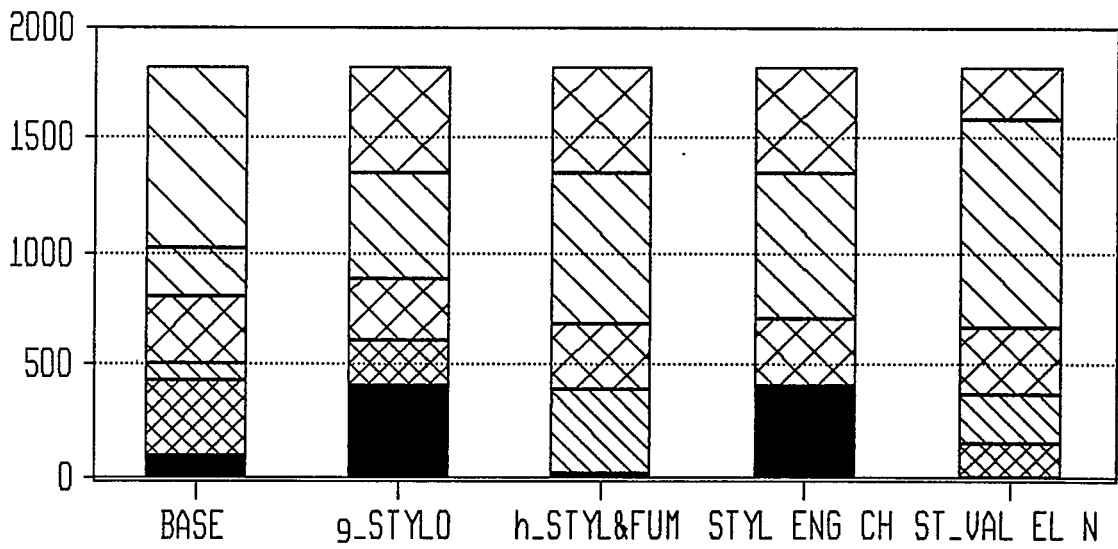
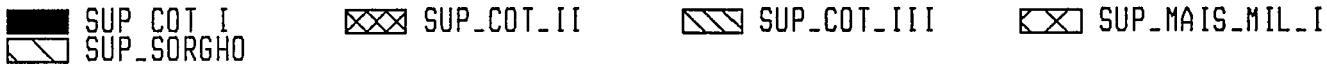
Effet d'une augmentation du prix des intrants sur un système avec stylo.

Dans la solution avec stylo, où le système de culture est dominé par des productions végétales demandant peu d'engrais, la stabilité semble être très grande. En effet, avec

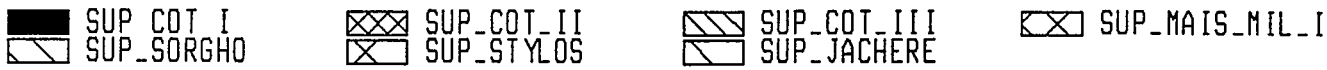
ENVIRONNEMENT ECONOMIQUE ET CULTURES



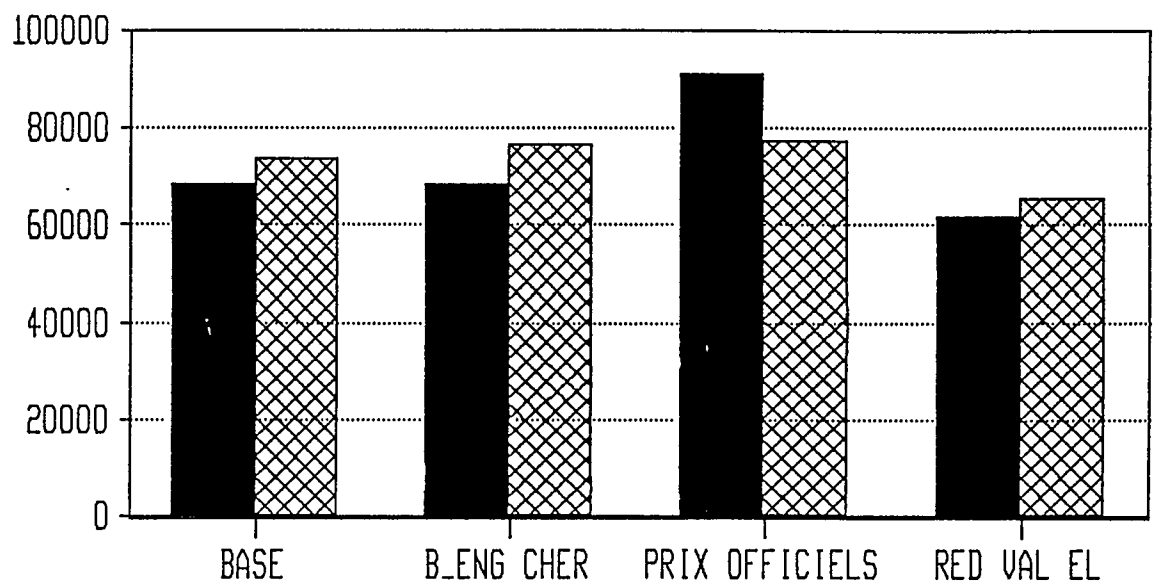
SOLUTION



SOLUTION

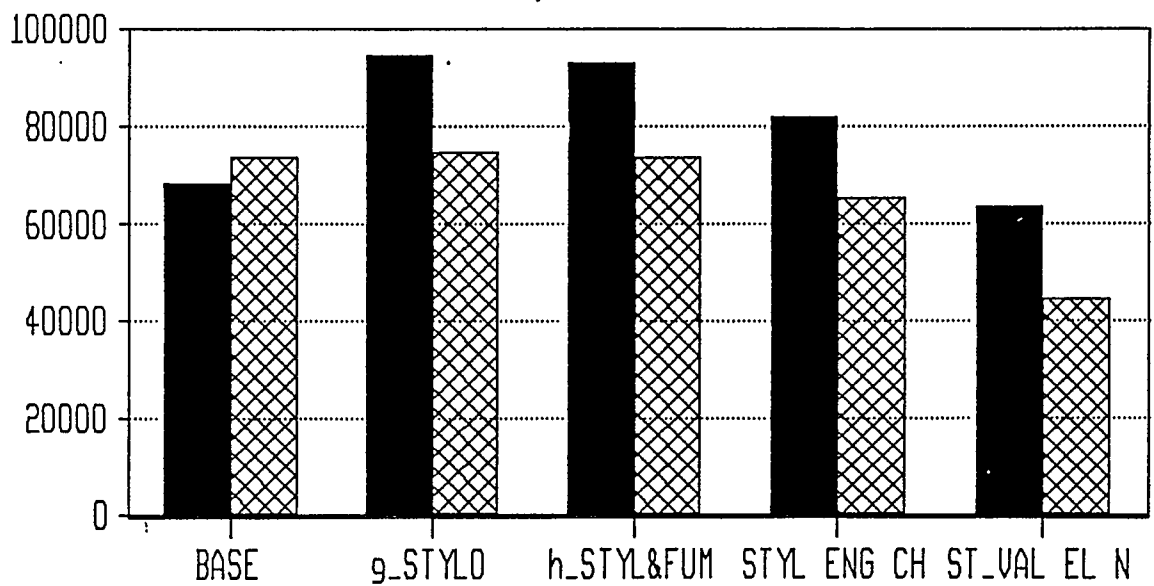


ENVIRONNEMENT ECONOMIQUE ET MARGES



SOLUTION

■ M B par Habitant ▨ M B par Hectare



SOLUTION

■ M B par Habitant ▨ M B par Hectare

un prix de l'engrais complexe fixé à 430F CFA, la structure de système de culture reste inchangée; ceci s'explique du moins en partie par la forte proportion du coton I (fumure organique unique) 66% des superficies cultivées en coton avec un effectif animaux de 1963 UBT au lieu de 939 UBT dans la situation de référence, soit plus que le double. La sole fourragère, tout en permettant d'améliorer les disponibilités en ressources pour les productions animales, entraîne une modification du système de production par substitution partielle du fumier aux engrais minéraux et rend le système moins sensible aux pressions de l'environnement économique.

Dans cette solution le système deviendrait "plus économe et plus autonome" et en même temps plus productif.(cf graphique)

Application du prix officiel du coton et des céréales en 1985

La fixation du prix des céréales 55 FCFA étant le même pour toutes les spéculations celle dont la production coûte le moins cher (sorgho) réagit le plus c'est la seule spéculation qui est retenue au niveau de cette solution.

Le surplus de production céréalière est de l'ordre de 1036 tonnes presque le double de la situation de base. En terme de sécurité alimentaire on a environ un stock de 4 années. Cependant, cet excès de l'offre en céréales risque de peser sur les prix si l'état n'achète pas au prix officiel.

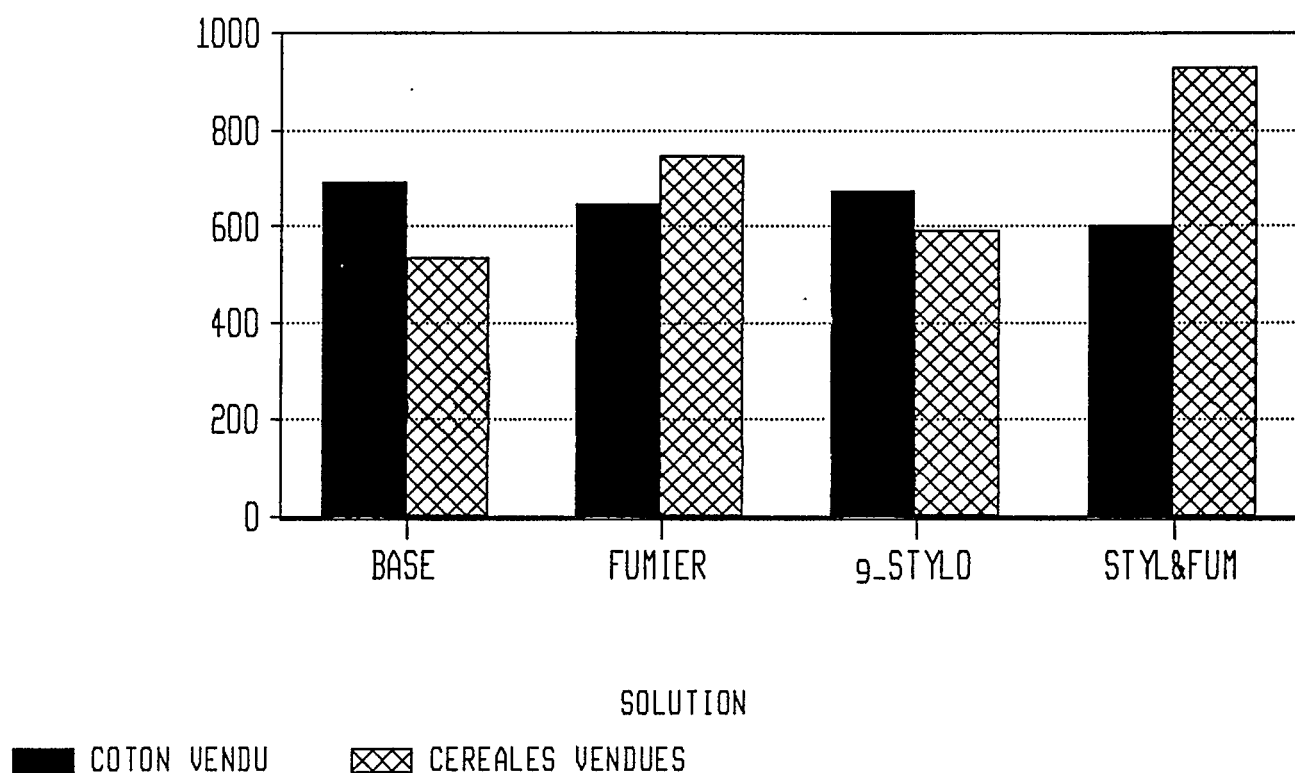
Dans ce système les superficies en céréales occupent 66% des superficies totales cultivées et 34% pour les superficies en coton contre un rapport de 50-50 dans la situation de base.

Ceci illustre bien le comportement des agriculteurs lorsque le prix des produits est connu et la commercialisation assurée.

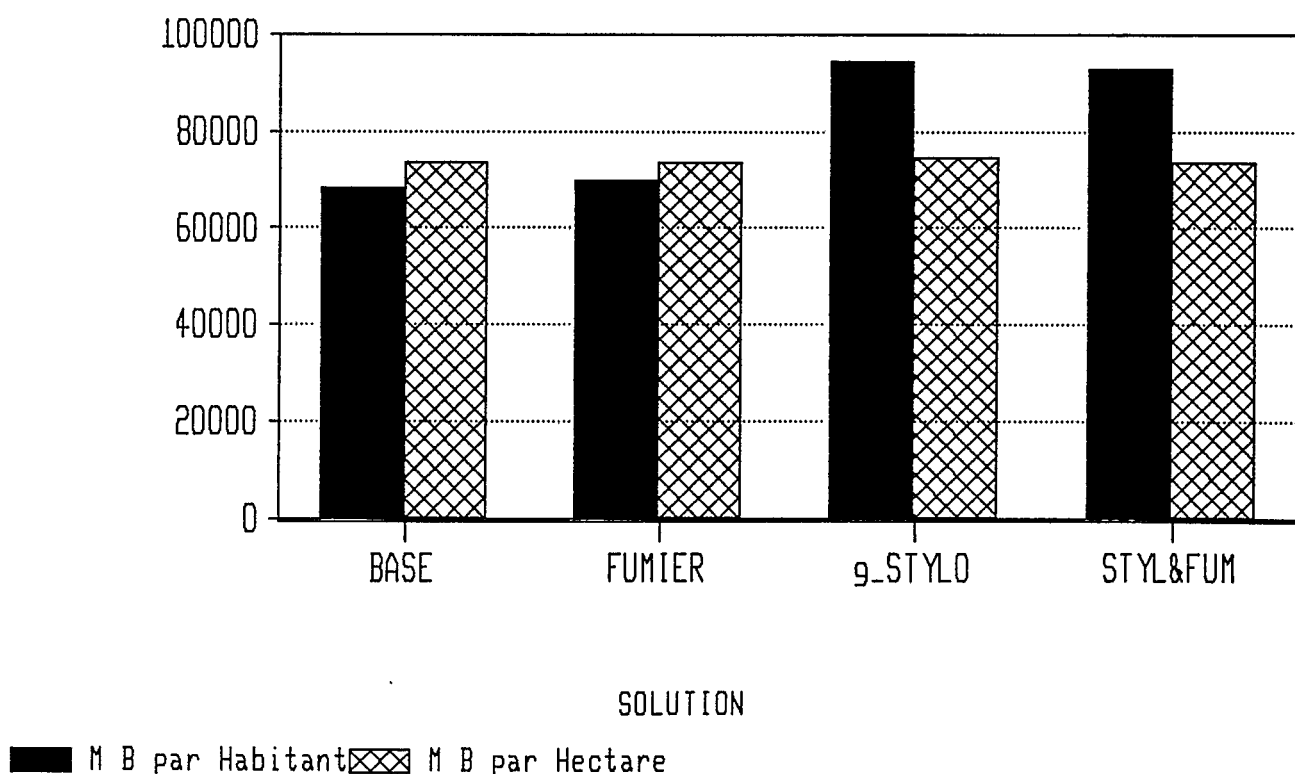
69% des superficies cultivables sont cultivées contre 55%. Une amélioration très sensible de la fonction économique qui est passée de 67.645.930F CFA à 90.032.180F CFA, soit une augmentation de l'ordre de 25%, une amélioration de la valeur ajoutée brute par habitant qui est de l'ordre de 90.032F CFA et une légère augmentation de la valeur ajoutée brute par hectare : 71.796F CFA contre 66.844F CFA.

Les superficies par habitant, qui sont de 1,25 hectares.

VENTES DE COTON ET CEREALES



EFFETS SUR LES MARGES BRUTES



La libéralisation du marché céréalier semble avoir une influence sur la place des céréales au niveau de l'assolement. Les incitations à produire un surplus semblent répondre plus à un souci d'autosuffisance et de sécurité alimentaire qu'à un souci de commercialisation au niveau d'un marché où les variations des prix à la récolte et des prix en période de soudure sont très grandes (cf graphique).

Effet d'une réduction progressive de la valorisation des productions animales

L'activité élevage, outre sa valorisation indirecte à travers la production de fumure organique et de bovins de trait; a fait l'objet d'une valorisation directe par la vente de la viande produite.

Dans la situation de référence, l'analyse de sensibilité montre qu'une réduction de 3000 F CFA de la valeur économique de cette activité entraînerait un changement de solution. En appliquant la nouvelle valeur de l'élevage déduction faite des 3000 FCFA/UBT, le coton I sort de la solution le coton accuse une légère augmentation.

La production de fumier n'étant pas suffisante pour permettre l'apparition du coton le système s'intensifie en achetant plus d'engrais et en réduisant les superficies coton par rapport à la situation de base.

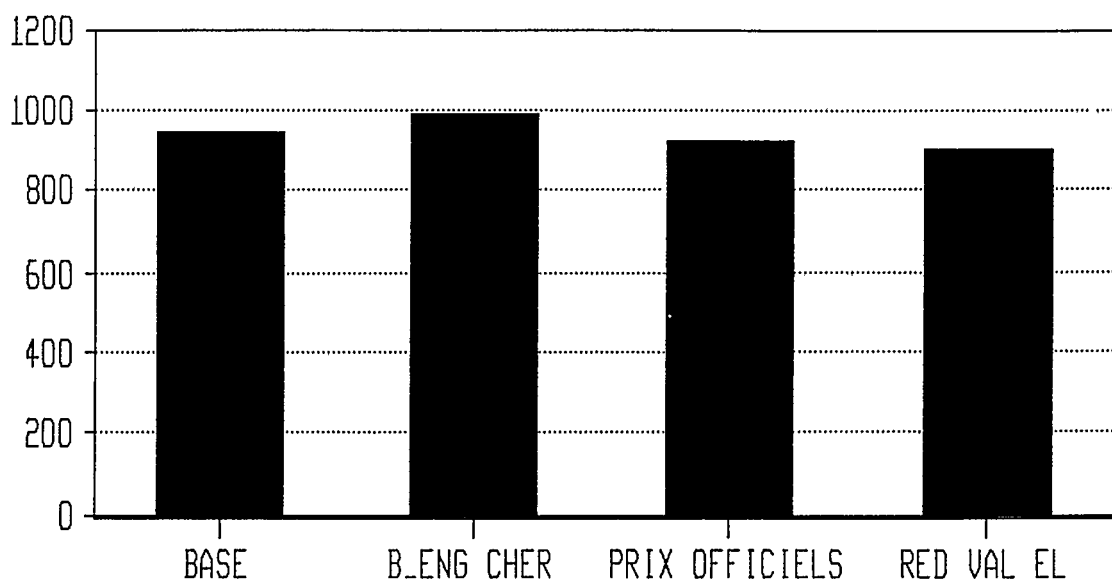
Les sorghos ont augmenté en superficie de l'ordre de 30% par rapport à la référence.. Les effectifs animaux ont légèrement diminué de 938 à 896 UBT de l'ordre de 4,5%. Les superficies en céréales ont augmenté d'environ 100ha. La valeur ajoutée brute globale a diminué de 9% et la valeur ajoutée brute par hectare cultivé de l'ordre de 12%.

L'introduction d'une sole fourragère sans valorisation économique de l'élevage entraîne une augmentation des superficies en coton avec fumure organominérale au détriment du coton avec fumure minérale toute seule. En effet les effectifs animaux de l'ordre de 1072 UBT ne semblent pas permettre une production suffisante de fumier pour faire apparaître le coton avec fumure organique toute seule. De plus la marge monétaire dans cette solution ne semble pas non plus suffisante pour achat important d'engrais (voir graphique).

Le changement de fond dans cette solution avec stylo concerne surtout les superficies en céréales qui ont plus que doublé de 503 ha à 1208 ha avec disparition totale de la jachère naturelle.

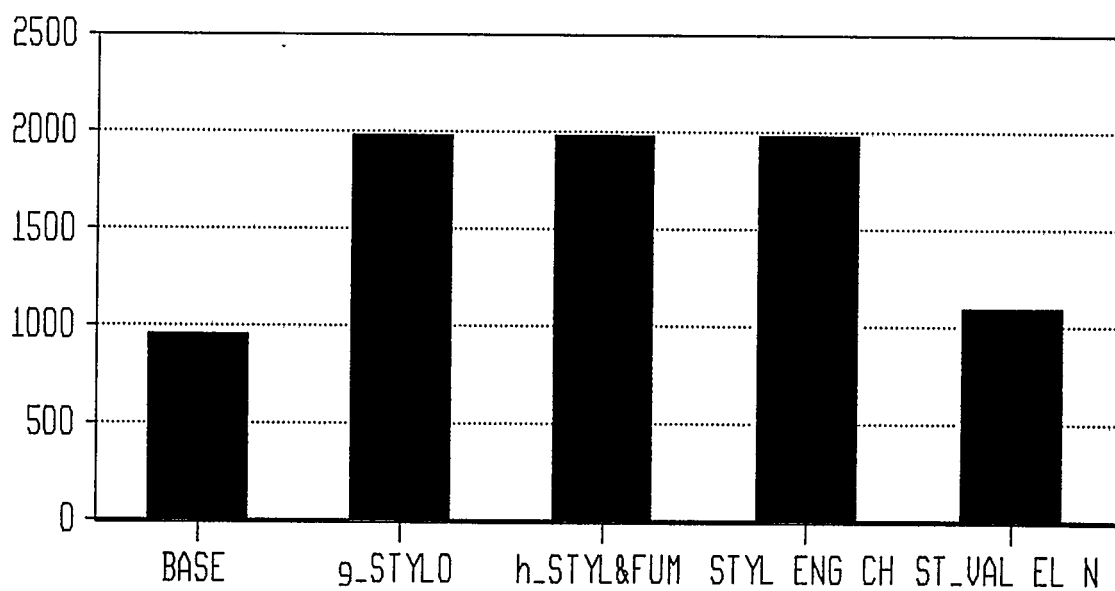
L'adjonction d'une sole fourragère à base de stylosanthès améliorant la disponibilité fourragère entraîne une augmentation de la capacité de charge et autorise du coup une extension des superficies cultivées en céréales sur la jachère naturelle dont la présence

ENVIRONNEMENT ECONOMIQUE ET ANIMAUX



SOLUTION

■ NBR_UBT



SOLUTION

■ NBR_UBT

ne semble pas se justifier du moins économiquement, dès lors que les besoins en fourrages sont couverts par une sole fourragère et des sous-produits de culture tarés importants.

Il semblerait que la non valorisation de l'élevage se traduit au niveau du système par un accroissement des superficies en céréales dont les surplus sont vendus dans un souci de compenser le manque à gagner par l'activité élevage. Tout se passe comme si les productions céréalières se substituaient aux productions animales avec une faible productivité de la terre; de l'ordre de 52000FCFA contre 58500 FCFA/Ha dans la situation où l'élevage est valorisé à 14100FCFA et 66800FCFA dans la situation de base.

Il semblerait donc que la non valorisation de l'élevage se traduit par un accroissement des superficies en céréales en vue d'augmenter la production qui par hypothèse est vendue dès que la contrainte d'autosuffisance alimentaire est satisfaite dans un souci de compenser ce manque à gagner par l'activité élevage. Ceci s'observe bien au niveau des fonctions objectives de la situation où l'élevage est valorisé à 14.100 F.CFA et où la valeur est nulle avec sole fourragère. 65.588.520 F.CFA et 62.898.920 F.CFA en même temps la part du coton au niveau de l'assolement est réduite de moitié de 42% à 23%.

CONCLUSION GENERALE.

Ce travail malgré les difficultés rencontrées dans la construction du modèle, s'est avéré intéressant dans une optique de valorisation des données historiques; permettant de les organiser dans un ensemble cohérent.

Cependant, le modèle que nous avons construit comporte comme toute tentative de simplification de la réalité des limites mais aussi des intérêts:

- l'une des limites est relative à la disponibilité de l'information.

En effet nous avons eu beaucoup de mal à organiser des informations souvent trop dispersées, non actualisées et provenant d'années différentes.

- la seconde limite est le caractère schématique des activités retenues au niveau du modèle. A ce propos, on peut observer que notre modèle n'inclut pas de légumineuses alimentaires tel que l'arachide ou le niébé grain. Ce biais est loin d'être un oubli de notre part; mais la place de ces spéculations dans l'assolement est telle que nous nous sommes permis pour ce premier travail de limiter les activités à celles dont nous disposons le minimum d'informations et qui sont pour l'essentiel considérées comme activités principales au niveau du système.

- la troisième limite est que le modèle est annuel et de ce fait, prend difficilement en compte les effets des changements interannuels.

- la quatrième limite est relative au fait que nous ne l'avons appliqué qu'à l'échelle d'un village qui peut ne pas être représentatif de la situation agricole du MALI-SUD.

Ces différentes limites, nous conduisent à certaines réserves quant à l'interprétation des résultats.

Hormis ces réserves, il n'en demeure pas moins que les résultats auxquels nous avons abouti sont en cohérence avec les données historiques observées au niveau du village (exploitations suivies, enquêtes zootechniques).

En outre, la construction de scénarios d'alternatives techniques, et l'introduction dans le modèle de certaines activités comptables générées directement, nous ont permis de contourner une limite importante de la programmation linéaire (difficulté de prendre en compte l'interdépendance entre productions animales et productions végétales).

Les résultats du modèle confirment bien que le devenir des systèmes de production dans un objectif de satisfaction des besoins alimentaires et monétaires est en grande partie lié à l'intégration des productions animales et des productions végétales.

Ceci suppose cependant, que les recherches sur l'amélioration de la productivité de la biomasse aussi bien sur les jachères de courte durée que sur les zones cultivées soient entreprises et renforcées.

D'autre part, les résultats techniques du modèle montrent que l'intégration ne devient réalité que lorsque les agriculteurs consentent à une modification des pratiques traditionnelles de la gestion des troupeaux et une modification des assolements avec introduction des jachères dites améliorées à base d'espèces perennes.

Dès lors que ces modifications techniques deviennent possibles, le système réagit par un accroissement du volume de la production céréalière surtout et une augmentation des effectifs animaux.

Il est peu probable que les agriculteurs fournissent de tels efforts supplémentaires dans une situation d'incertitude quant à l'écoulement des produits.

Il est donc nécessaire dans cette perspective, que soient mises en oeuvre des politiques d'organisation du marché céréalier et de recherches de débouchés sécurisés pour les productions animales.

-Une politique d'approvisionnement et de crédit en intrants pour l'ensemble des spéculations du système doit être mise en oeuvre en vue d'éviter une dégradation irréversible.

Nous avons testé les effets éventuels d'un accroissement démographique sur les systèmes ainsi que les variations des prix des intrants par paramétrage ; les différents résultats seront pris en compte dans la suite de ce travail.

De plus, nous nous proposons de faire une analyse du risque à partir des données historiques (rendements, prix) au niveau du village qui viendrait en complément à ce mémoire.

Pour la suite du travail, nous voudrions en rapport avec l'équipe en place et les spécialistes des différentes disciplines, mieux affiner les coefficients techniques, élargir le modèle en intégrant d'autres activités (éventuelle substitution d'un aliment de bétail ou en complément aux fourrages); l'introduction d'une contrainte supplémentaire (période de sarclage non différable).

Le modèle ainsi amélioré pourra être testé au niveau d'une unité spatiale plus vaste.

ANNEXES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

ANGE, A ; BRUYERE V., - "Analyse de la gestion de l'espace par une communauté villageoise au sud Sine-Saloum" DSP/86/N°31 ; 46 p. 1986.

ARNAUDIN J.P., "Les terroirs de FONSEBOUGOU, occupation du sol, géomorphologie" IER/DRSPR/IRRT, 1981 (22 p.).

BADOUIN, R. - "Economie et aménagement de l'espace rural" PUF p. 189 - 192, 1979.

BADOUIN, R. - "Développement agricole en Afrique tropicale" p. 124, 1984.

BENOIT-CATTIN M. - "Les unités expérimentales du Sénégal" CIRAD/ISRA/FAC. 400 p., 1986 (opt. cit. p. 289).

BIGOT, Y. - "Analyse comparée de transformations opérées par la traction animale et la motorisation agricole dans les systèmes agraires des zones cotonnières du Mali, du Burkina Faso et du nord de la Côte d'Ivoire (1987, 1989).

BERCKMOES W. et al. "Intensification, souhait ou réalité ?" in Farming Systems Research/extension Symposium - Université d'ARKANSAS p.4 et suite. FAYATVILLE (U.S.A.), 1988.

BONNEMAIRE J., JOUVE Ph., 1987 - "Appui pédagogique à l'analyse du milieu rural" Dans une perspective de développement. ENSAA CNEARC , 181 p.

BONNET B., "Etude de l'élevage dans le développement des zones cotonnières au Mali" Mémoire EITARC/CNEARC 104 p., 1988.

BERTHE A., "Contribution à l'analyse de quelques aspects méthodologiques de la recherche sur les relations agriculture-élevage, l'expérience de la DRSPR en zone MALI Sud" IER/DRSPR, 1985 23 P.

BOUSSARD JM., "A la recherche d'un cadre théorique pour l'utilisation pratique des modèles de programmation mathématique en agriculture" In MONDES en Développement, 1977. opt. cit. p. 162, (1971).

BOUSSARD JM., "Economie de l'agriculture" Economica, 1987.

BOUSSARD JM., DAUDIN JJ. - "La programmation linéaire dans les modèles de production" Edit. MASSON, 1988 - 120 p.

BROSSIER J., JAGER E.B., "Analyse technico-économique des unités de production". FONIEBOUGOU - Sud MALI p. 23 et suite (1984). CMDT, Rapport annuel 1986/87 - p.8.

CALKINS P.A., D.D. DIPIETRE "Farm business management" successful decisions in a changing environment" ; P. 136 - 137, 1983.

CMDT, "Rapport annuel 1986/87".

CMDT, "Intégration agriculture-élevage" mémento à l'usage des encadreurs IER/DRSPR, 1987, 49 p.

CMDT, "Séminaire sur l'avenir de la filière coton au Mali : coton et développement régional (Bamako)" 1988, 323 p. en 2 Vol.

BADOUIN R. "L'analyse économique du système productif en agriculture" in Cahiers des sciences humaines. Vol. 23 n° 3 - 4 ORSTOM Paris - 1988.

DIABATE B., "Analyse des mécanismes de mutation socio-économiques au sein des sociétés rurales SENOUFOS du Sud Mali" Thèse Doctorat EHESS - P. 184... (1986)

Direction Nationale du Plan et Statistique : "Enquête Agricole de conjoncture". Région de Sikasso, 1987.

DRSPR/AMS - "Rapport de mission pluridisciplinaire sur les pratiques paysannes en matière d'utilisation variétales de céréales (sorgho, mil) et les problèmes liés" 1986, 27 p.

DRSP, "Séminaire régional sur l'utilisation des données démographiques, la plénification et politiques de population dans le développement des ressources humaines" - Région de Sikasso : situation socio-économique, le monde rural et ces problèmes, les problèmes de ressources humaines. Juillet 1988

DUGUE P., 1985 - "L'utilisation des résidus de récolte dans un système agropastoral sahélo-soudanien au Yatenga (Burkina Faso) Cahiers de recherche - développement N° 7 - p. 28 - 37.

FAYE J et al. - "Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale" Actes de l'atelier IEMVT, ISRA - N'BOUR 2-8 Février 1986

IER/SRCFJ - " Rapport commission technique - Cellules agronomie et expérimentation extérieure" STATION DE N'TARLA p. 35 - 52, 1986/87.

INSTITUT D'ECONOMIE RURALE, Volet Fonsebougou, Sikasso (ML) - 1979-1988 "Rapports commissions techniques de la recherche sur les systèmes de production rurale" - Sikasso, DRSPR, 1988/89.

JOUBE Ph., DAVID D., 1985 - "Diversité spaciale et évolution des modes d'association de l'agriculture et de l'élevage dans la région de Maradi au Niger (zone sahelienne)" - Cahiers de la Recherche-Développement N°7/CIRAD

JOUBE Ph., "Quelques réflexions sur la spécificité et l'identification des systèmes agraires" dans les Cahier de la Recherche-Développement N°20 1988.

KEBE D., "Les cultures associées en milieu paysan : fertilisation de l'association maïs/mil, analyse agronomique et économique (volet Fonsebougou) : In : Les cultures associées au Mali : Bamako, septembre 1987 IER/ICRISAT, 1987.

KEBE D., TANGARA M., "Le conseil de gestion aux exploitations agricoles, une expérience en zone cotonnière du Mali". in Construire ensemble n°1984-4 CESA0 BURKINA FASO.

KLEENE P., KONE Y., "Le conseil de gestion comme méthode de Recherche-Développement, l'expérience du Mali" in Farming Systems research/extension symposium (U.S.A.) opt. cit. p. 5-6 (1988)..

KLEENE P., VIERSTRA G., SANDGO B., "Présentation, objectifs et méthodologie 1977-1987" in coll. Recherche sur les systèmes de production rurale au Mali, Volet Fonsebougou Mali Sud p.13-16-55 1989.

LABONNE M., "Méthodologie pour la prise en compte de problèmes alimentaires et nutritionnels dans les projets de Développement Rural" FAO, Rome 1982.

LECAILLON J., MORRISSON C., "Politiques économiques et performances agricoles, le cas du Mali" 1960-1983 OCDE (1986).

LHOSTE P. "Association Agriculture-Elevage, Evolution du système agro-pastoral" SINE SALOUM (SENEGAL)" Thèse EMA-PG, p. 167, 1986.

LHOSTE P. 1987 "Etude de l'élevage dans le développement des zones cotonnières (Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Mali).

LELOUP S., TRAORE M., "Une étude de la situation fourragère dans le Mali Sud" p. 16-25, (1989).

MATLON P.J, FAFCHAMPS M. "Crops budgets for three agroclimatic zones of the west african semi-arid tropics" p. 256 - 380, (1988).

PIERI C., 1986 "Fertilisation des cultures vivrières et fertilité des sols en agriculture paysanne sahelienne" in agronomie tropicale V.41(1), 17 p.

PIERI C., "Fertilité des terres de savanes" p. (1989).

PINGALI P., BIGOT Y., BINSWANGER 1988 - "La mécanisation et l'évolution des systèmes agraires en Afrique subsaharienne" Publication Banque Mondiale 184 p.

QUELFEN JP., MILLEVILLE P. 1983 - Résidus de culture et fumure animale, un aspect des relations agriculture-élevage dans le nord de la Haute-Volta" - in : Agronomie tropicale V.38(3), 7p.

RUTHENBERG A. 1980 - "Farming systems in the tropics" Londres, Oxford, 355 P.

SABATIER JL., "Contribution à l'étude de factibilité du Projet d'irrigation" "SMALL HOLDERS" LOWER SHIRE VALLEY MAAWI" Volet Agriculture - SFCD - IRAT - CIRAD, 1988.

SALLES J.M., C. WOLF- "Contribution à l'étude de l'agriculture du SEGALA, une analyse de son développement" série notes et documents n° 70 Montpellier, 1984 - 117 p.

SEBILLOTTE M. - Jachère - Système de culture, système de production, méthodologie d'étude. Conférence prononcée aux journées d'études" In : Agronomie - Sciences humaines ; 5 - 6 Juillet, 52 p. (1976)

SEDOGO M.P., 1981 - "contribution à la valorisation des résidus culturaux en sol ferrugineux et sous climat tropical semi-aride (matière organique du sol et nutrition azotée des cultures)" Thèse INPL.

TANGARA M., 1984 - "La gestion paysanne de l'exploitation agricole et les interventions de développement en zone Mali-Sud" Mémoire IEDES 102 p.

VAN CAMPEN W., KEBE D., 1986 - "La lutte anti-érosive dans la zone cotonnière au Mali Sud" Actes du IIIème séminaire sur les aménagements hydroagricoles et les systèmes de production . Montpellier 16 - 19 Décembre 1986, 11 p.

VERBEEK A.C., - "Analyse économique et évaluation de risque dans le cadre des essais et tests en milieu paysan" IER/DRSPR-VF , 1987 22p.

WENER D., "Initiation à la programmation linéaire" IEDES, 1978, 189p.

SIGLES :

CMDT : Compagnie malienne pour le Développement des textiles

IER : Institut d'économie rurale.

DRSPR:VF : Division de recherche sur les systèmes de production rurale - Volet Fousebougou.

FSB : Fousebougou

DRPS : Direction Régionale Plan et Statistiques.

CIRAD : Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement en Coopération.

DSA : Département Systèmes Agraires.

IRRT : Institut Royal des Régions Tropicales.

MOTS CLES :

Systèmes de production, Systèmes de culture, Ecosystème, Systèmes agraires, Village, Modélisation.

ANNEXES

PRODUCTION COTONNIERE AU MALI DE 1955 A 1988 (ZONE CMDT)

CAMPAGNE	PRODUCTION (1000t.)		% FIBRE	SUPERFICIE 1000 HA	RENDEMENT KG/HA		% SUPERFICIES			VARIETES PRINCIPALES		
	COTON GRAINE	COTON FIBRE			COTON GRAINE	COTON FIBRE	LABOU	FERTI	TRAIT	1	2	
55 - 56	4			12	355						A 49T	
56 - 57	5			18	290						A 49T	A 151
57 - 58	6			18	308						A 49T	A 151
58 - 59	6			19	314						A 49T	A 151
59 - 60	6			20	317						A 49T	A 151
60 - 61	6			34	184				0,5	1,1	A 49T	A 151
61 - 62	6	2	34,8	43	139	48			0,5	0,7	A 151	A 333 - 57
62 - 63	12	4	34,7	62	198	69			1,8	2,4	A 151	A 333 - 57
63 - 64	16	5	34,9	72	220	77	2,7	3,3	4,7		A 151	A 333 - 57
64 - 65	22	8	36,0	77	284	102	22,7	6,1	9,5		A 151	A 333 - 57
65 - 66	16	6	36,1	63	257	93	8,3	11,6	18,6		A 151	A 333 - 57
66 - 67	22	8	37,1	53	411	153	35,5	21,3	21,2		A 151	A 333 - 57
67 - 68	30	11	37,8	64	465	176	34,7	26,1	31,9		A333-57	BJA 592
68 - 69	40	15	36,9	71	567	209	33,5	31,2	40,7		A333-57	BJA 592
69 - 70	40	15	37,9	69	587	222	39,0	41,6	52,8		A333-57	BJA 592
70 - 71	53	20	37,7	66	801	302	45,3	52,8	70,3		A333-57	BJA 592
71 - 72	68	25	37,3	78	872	325	48,1	71,0	81,6		BJA - 592	
72 - 73	66	24	36,8	77	847	312	47,7	65,1	86,1		BJA - 592	
73 - 74	50	19	37,3	69	720	269	56,1	69,4	84,0		BJA - 592	
74 - 75	60	23	37,6	70	868	326	57,4	68,5	89,2		BJA - 592	
75 - 76	101	38	37,9	87	1.156	438	59,2	72,5	94,0		BJA - 592	
76 - 77	117	45	38,5	107	1.086	418	63,6	70,6	82,1		BJA - 592	

PRODUCTION COTONNIERE AU MALI DE 1955 A 1988 (ZONE CMDT)

CAMPAGNE	PRODUCTION (1000t.)		%	SUPERFICIE	RENDEMENT KG/HA		% SUPERFICIES			VARIETES PRINCIPALES	
	COTON GRAINE	COTON FIBRE			COTON GRAINE	COTON FIBRE	LABOU	FERTI.	TRAIT	1	2
77 - 78	111	41	37,2	100	1.118	416	68,6	81,0	92,8	BJA - 592	
78 -79	123	46	37,7	113	1.089	411	69,6	80,1	92,9	BJA - 592	B 163
79 - 80	142	53	37,3	119	1.197	446	72,3	82,0	82,5	BJA - 592	B 163
80 - 81	101	38	37,6	102	990	372	78,5	84,9	89,2	BJA - 592	B 163
81 - 82	92	36	39,5	79	1.163	459	85,6	80,9	93,3	BJA - 592	B 163
82 - 83	121	48	39,1	98	1.239	486	88,3	78,0	92,4	B - 163	
83 - 84	136	52	38,7	104	1.298	500	81,6	89,3	89,0	B 163	
84 - 85	139	53	38,4	113	1.232	472	88,5	91,3	91,0	B 163	
85 - 86	170	65	38,3	139	1.218	467	88,0	92,0	95,1	B 163	
86 - 87	195	75	39,0	146	1.336	513	90,6	83,2	76,6	B 163	
87 - 88	190	72	37,7	142	1.337	506	89,6	87,8	81,5	B 163	ISA 205
88 - 89	247	97	39,3	190	1.300	511	91,2	88,0	84,4	B 163	ISA 205

SOURCE BASE DE DONNEES RAYMOND - IRCT, 1989.

MOIS ACTIVITES	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
COTON EXTENSIF AVEC FUMURE ORGANIQUE CEFO	L + S	SARCLAGE + TRAITEMENT PHYTOSANTHESE				RECOLTE PLUS TRANSPORT		
COTON AVEC FUMURE MINERALE VULGARISE	L + S	SARCLAGE + TRAITEMENT PHYTOSANTHESE				RECOLTE PLUS TRANSPORT		
COTON INTENSIF FUMURE MINERALE PLUS FUMURE ORGANIQUE CIFMFO	L + S	SARCLAGE + TRAITEMENT PHYTOSANTHESE				RECOLTE PLUS TRANSPORT		
MAIS EXTENSIF AVEC FUMURE ORGANIQUE MEFO	L + S	SARCLAGE			RECOLTE			
MAIS AVEC FUMURE MINERALE VULGARISE MFM	L + S	SARCLAGE + B			RECOLTE			
MAIS INTENSIF AVEC FUMURE MINERALE PLUS FUMURE ORGANIQUE MIFMFO	L + S	SARCLAGE + B			RECOLTE			
MAIS /PETIT MIL SEMI-INTENSIF. 1/2 DOSE VULGARISEE MP■ SI	L + S	SARCLAGE			RECOLTE MAIS			RECOLTE PETIT MIL
MAIS/PETIT MIL INTENSIF DOSE VULGARISEE MP■ I	L + S	SARCLAGE			RECOLTE MAIS			RECOLTE PETIT MIL
SORGHO EXTENSIF	S + S		SARCLAGE				RECOLTE	
NIEBE FOURRAGER NIF	L + S			SARCLAGE	RECOLTE			
STYLOSANTHESE + BRACHIARIA	L + S							
	PI				PII		PIII	

CULTURES	TOTAL	C E R C L E S						
		SIKASSO	BOUGOUNI	KADIOLO	KOLON DIEBA	KOÛTIALA	YANFOLILA	YOROSSO
Autres cultures Industrielles	200	-	-	-	-	-	-	200
Poivron et Piment	200	-	-	-	-	-	200	-
Tomate	-	-	-	-	-	-	-	-
Pomme de terre	83	83	-	-	-	-	-	-
Oignon	400	-	-	-	-	-	400	-
Gombo	113	-	-	-	-	-	113	-
Pastèque	-	-	-	-	-	-	-	-
Autres légumes	-	-	-	-	-	-	-	-
Mangue	-	-	-	-	-	-	-	-
Dah en grain	125	-	125	-	-	-	-	-
Autres produits divers	-	-	-	-	-	-	-	-

SOURCE. Enquête agricole de

SPECULATION	PRIX OFFICIEL 1987-1988	HYPOTHESE I ↗ 10% DU PRIX DES ENGRAIS	HYPOTHESE II ↗ 20% DU PRIX DES ENGRAIS	HYPOTHESE III ↗ 30% DU PRIX DES ENGRAIS	APPLICATION DU PRIX OBSERVE SUR LE MARCHE CEREALIER
PRODUIT BRUT MONETAIRE COTON EXTENSIF	76.500	76.500	76.500	76.500	36 CFA/KG 76.500
CHARGES VARIABLES * LIEES AU CE	8.515	8.515	8.515	8.515	8.515
REVENU BRUT I :	67.985	67.985	67.985	67.985	67.985
PRODUIT BRUT MONETAIRE COTON "VULGARISE"	119.000	119.000	119.000	119.000	119.000
CHARGES VARIABLES MONETAIRES LIEES A L'ACTIVITE CII	46.015	49.065	52.115	55.165	46.015
REVENU BRUT II :	72.985	69.935	66.885	63.835	72.985
PRODUIT BRUT MONETAIRE COTON INTENSIF C III FM + FO * *	136.000	136.000	136.000	136.000	136.000
CHARGES VARIABLES MONETAIRES LIEES A L'ACTIVITE CIII	46.015	49.015	52.115	55.165	46.015
<u>REVENU BRUT III :</u>	89.985	86.985	83.885	80.835	89.985
PRODUIT BRUT MONETAIRE MAIS EXTENSIF.	66.000	66.000	66.000	66.000	43.200
CHARGES VARIABLES MONETAIRES LIEES A L'ACTIVITE MI	0	0	0	0	0
REVENU BRUT MI	66.000	66.000	66.000	66.000	43.200

* Les charges variables ne concernent que les engrais minéraux. (complexe - coton - urée), les insecticides et les semences coton.

** FM : Fumure minérale - FO : Fumure organique

RESULTATS ECONOMIQUES (suite)

SPECULATION	SITUATION PRIX OFFICIEL CFA	PRIX OFFICIEL 10% ↗ DU PRIX ENGRAIS	20% ↗ DU PRIX DES ENGRAIS	30% ↗ DU PRIX DES ENGRAIS	APPLICATION DU PRIX OBSERVE SUR LE MARCHÉ CEREALIER.
PRODUIT BRUT MONETAIRE MAIS VULGARISE M II	82.500	82.500	82.000	82.000	54.000
CHARGES VARIABLES LIEES A L'ACTIVITE	37.250	40.975	45.700	48.425	37.250
REVENU BRUT MONETAIRE	45.250	41.525	37.800	34.075	16.750
PRODUIT BRUT MONETAIRE MAIS INTENSIF M III	110.000	110.000	110.000	110.000	72.000
CHARGES VARIABLES LIEES A L'ACTIVITES	37.250	40.975	44.700	48.425	37.250
REVENU BRUT M III	72.750	69.025	65.300	61.575	34.750
PRODUIT BRUT MONETAIRE MAIS/PETIT MIL SEMI-INTENSIF M/P I	137.500 *	137.500	137.500	137.500	90.000
CHARGES VARIABLES LIEES A L'ACTIVITE M/P I	18.625	20.487,5	22.350	24.212,5	
REVENU BRUT M/P I	118.875	117.012,5	115.150	113.287	71.375
PRODUIT BRUT MONETAIRE M/P II INTENSIF	165.000 *	165.000	165.000	165.000	
CHARGES VARIABLE M/P II	37.250	40.975	44.700	48.425	
REVENU BRUT M/P II	127.750	124.024	120.300	116.575	70.750

RESULTATS ECONOMIQUES (SUITE)

SPECULATION	PRIX OFFICIEL POUR LES CEREALES	↗ 10% DU PRIX DES ENGRAIS	↗ 20% DU PRIX DES ENGRAIS	↗ 30% DU PRIX DES ENGRAIS	APPLICATION EN PRIX MOYEN OBSERVE SUR LE MARCHÉ CEREALIER
PRODUIT BRUT MONETAIRE SORGHO	44.000	-	-	-	28.800
CHARGES VARIABLE LIEES A L'ACTIVITE S.	0	-	-	-	0
REVENU BRUT S.	44.000	-	-	-	28.800
PRODUIT BRUT MONETAIRE ACTIVITE NIEBE FOURRAGER	17.500	-	-	-	-
CHARGES VARIABLES LIEES A L'ACTIVITE	0	-	-	-	-
REVENU BRUT Nie.	17.500	-	-	-	-
PRODUIT BRUT MONETAIRE STYLOSANTHESE + BRACHIARIA	35.000	-	-	-	-
CHARGES VARIABLES LIEES A L'ACTIVITE STYLO. + BRACH.	5.000	-	-	-	-
REVENU BRUT	30.000 *	-	-	-	-
PRODUIT BRUT MONETAIRE ACTIVITE FUMIER	15.640 *	-	-	-	-
CHARGES VARIABLES LIEES A L'ACTIVITE.	0	-	-	-	-
REVENU	15.640	-	-	-	-

* M/P■ RENDEMENT CUMULE

ANNEXE

PRODUCTIVITE ET CAPACITE DE CHARGE SUR SOLE FOURRAGERE

Traitement	Production M.V.(kg/ha)	Production M.J.(kg/ha)	Pourcentage de charge M.J.	Capacité ha/UBT/an
T1	15640	6256	40	0,54
T2	15970	6707	42	0,51
T3	11320	4075	36	0,83
T4	14060	5764	41	0,59
T5	5020	2309	46	1,48

Source DRSPR, 1986.

T1= Stylosanthes hamata - Brachiaria semés à la volée

T2= Stylosanthes hamata - Brachiaria ruziziensis semés en ligne alternée

T3= Brachiaria ruziziensis pur

T4= Stylosanthes hamata pur

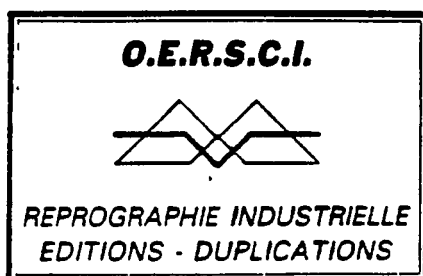
T5= Jachère naturelle protégée.

RESULTATS D'ANALYSE BROMATOLOGIQUE SUR SOLE FOURRAGERE

Traitement	I	II	III	IV	V
Protéines brutes	5,94	4,75	2,81	6,19	2,63
Cellulose	39,54	45,68	38,08	41,54	43,41
Cendres	7,47	5,31	6,79	5,42	6,25
Azote totale	0,95	0,76	0,44	0,89	0,42

Source DRSPR/VF 1987, P.46.

*Office d'Édition de la Recherche Scientifique
et Coopération Internationale*



*Parc Modulopolis H 1 Zone Euromédecine
Montpellier 67.52.20.05*