

**REPUBLIQUE DU SENEGAL**

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
ET DE L'ELEVAGE**

**INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES**

**AGRICOLES (I.S.R.A)**

**AGRONOMIE DU MIL ET DES  
SYSTEMES DE CULTURES A BASE DE  
MIL DANS LE BASSIN ARACHIDIER.  
ACQUIS ET PERPECTIVES**

**Rapport de titularisation**

**par**

***Saliou DIANGAR***

**Avril 2000**

**CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES AGRONOMIQUES DE BAMBEY  
(C.N.R.A)**

## SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
AVANT-PROPOS	4
RESUME	5
I - INTRODUCTION	6
II - CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN ARACHIDIER	7
II.1 - Etude du milieu	7
II.1.1 - Climat	7
II.1.2 - Sols	7
II.2 - Structure des exploitations agricoles	8
II.3 - Importance du mil	10
II.4 - Systèmes de cultures à base de mil	11
II.4.1 - Culture pure du mil en continu	11
II.4.2 - Culture pure de mil en rotation avec une légumineuse	11
II.4.3 - Associations culturales du mil	12
II.4.3.1 - Culture associée de mil/niébé	12
II.4.3.2 - Cultures associées de mil/mil	12
II.4.3.3 - Culture associée de mil/sorgho	12
II.4.3.4 - Culture associée de mil/arachide	14
III - ACQUIS DE LA RECHERCHE	13
III.1 - Culture pure de mil	13
III.1.1 - Variétés améliorées	13
III.1.1.1 - Expérimentation multilocale	13
III.1.2 - Techniques culturales	16
III.1.2.1 - Précédents culturaux	16
III.1.2.2 - Préparation du sol	16
III.1.2.3 - Dates et modes de semis	17
III.1.2.4 - Densité de population	18
III.1.2.5 - Travaux d'entretien	19
III.1.2.5.1 - Sarclo-binages	19
III.1.2.5.2 - Démariage	19
III.1.3 - Nutrition minérale	20
III.1.3.1 - Alimentation azotée	20

III.1.3.2 - Alimentation phosphatée	21
III.1.3.3 - Alimentation potassique	22
III.1.4 - Fertilisation du mil	23
III.1.4.1 - Fertilisation minérale	23
III.1.4.2 - Fertilisation organique et organo-minérale	24
III.2 - Association culturale de mil/niébé	26
III.2.1 - Modes de semis des cultures de l'association de mil/niébé	26
III.2.2 - Fertilisation organo-minérale de l'association de mil/niébé	29
<b>IV - ANALYSE CRITIQUE DES ACQUIS</b>	31
IV.1 - Etude du milieu	31
IV.2 - Matériel végétal	31
IV.3 - Techniques culturales	31
IV.3.1 - Précédents culturaux	32
IV.3.2 - Dates de semis	32
IV.3.3 - Densité de semis	32
IV.3.4 - Modes de semis	32
IV.3.5 - Démariage	32
IV.4 - Fertilisation du mil	33
V.4.1 - Fertilisation minérale	33
V.4.2 - Fertilisation organique	33
<b>V - PERSPECTIVES</b>	34
V.1. Matériel végétal	34
V.2 - Associations culturales à base de mil	34
V.3 - Fertilisation du mil	35
V.3.1 - Effet du compost sur les rendements du mil en fonction des rotations culturales	35
V.4 - Mise au point de techniques culturales adaptées	35
V.4.1 - Semis du mil	35
V.4.2 - Densité de population et modes de semis	35
<b>VI - CONCLUSIONS GENERALES</b>	36
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	37
<b>Annexe 1 - Caractéristiques physico-chimiques de quelques sols du Bassin Arachidier</b>	45
<b>Annexe 2 - Superficies et productions des principales céréales du Bassin Arachidier</b>	46
<b>Annexe 3 - Caractéristiques des variétés de mil vulgarisées dans le Bassin Arachidier</b>	47

## AVANT-PROPOS

Ce document a été présenté le 27 Février 1995 devant la Commission de titularisation. Il a été finalisé en tenant compte des remarques formulées à la soutenance, mais pour des raisons indépendantes de ma volonté, le document n'a pas pu être représenté à la dite commission.

La réactualisation du document a été possible grâce au soutien du Directeur Général de l'ISRA, du Chef du Centre National de Recherche Agronomique de Bambey, du Chef de l'Unité de Production des Semences, et tous les chercheurs du CNRA, en particulier le docteur Mamadou Ndiaye. Qu'ils trouvent ici l'expression de mes remerciements très sincères et de ma profonde gratitude.

Je remercie également tous mes anciens collègues du Programme Céréales en Zone Sèche, tous les chercheurs du CNRA de Bambey, qui n'ont ménagé aucun effort pour la mise en forme de ce document par leur esprit critique et scientifique.

Que les deux techniciens, Alioune THIAW, Matar GUEYE (décédé), trouvent ici l'expression de ma reconnaissance pour leur contribution à la réalisation technique de ce travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur Amadou DIOUF, documentaliste au CNRA de Bambey pour son appréciable concours.

Ce rapport ne pouvait être achevé sans le soutien constant et dévoué de Monsieur Isidore NDIONE qui a assuré la frappe de ce document : c'est l'occasion pour moi de le remercier.

Enfin, je ne saurais oublier ma famille qui m'a soutenu tout au long de ce travail, à qui je rends un vibrant hommage.

## *RESUME*

*Le mil est la principale céréale cultivée au Sénégal. On le rencontre dans tout le pays mais le bassin arachidier constitue la principale zone milicole. Il est principalement cultivé selon deux systèmes : culture pure et culture associée.*

*Les rendements demeurent faibles en milieu paysan, et ne dépassent pas 750 kg/ha à cause de plusieurs facteurs dont essentiellement la faiblesse de la pluviométrie, la dégradation des sols, le manque de semences de qualité et en quantité suffisante de variétés améliorées, l'inexistence de crédit approprié, et le manque d'appui institutionnel et organisationnel.*

*Les recherches menées dans le Bassin arachidier ont permis de mettre au point pour chaque grande zone agroécologique:*

*1 - une ou deux variétés de mil avec un gain de rendement en grains de l'ordre de 15 à 28 % par rapport aux variétés traditionnelles;*

*2 - des formules et des doses de fumure minérale, organique et organo-minérale. La fumure organique (2t/ha) associée à la moitié de la dose de fumure minérale préconisée donne des rendements légèrement inférieurs de 14 % à ceux obtenus avec la dose de fumure minérale vulgarisée (150 kg/ha de 10-21-21 + 100 kg/ha d'urée). Les mêmes rendements ont été obtenus avec 2t/ha de fumier plus 30 kg/ha de P2O5.*

*3 - des techniques d'association où le mil a été associé à du niébé grainier et du niébé fourrager.*

*Le rendement des cultures pures a été supérieur à celui des cultures prises individuellement dans l'association, mais le coefficient d'équivalence en surface ou "Land equivalent ratio" (LER=1,16-1,29) a montré que l'association mil/niébé grainier offrait généralement une utilisation plus efficace de la terre que l'association mil/niébé fourrager. L'association mil/niébé a été plus rentable dans le Centre Nord et parmi les variétés de mil testées, l'IBV 8004 a été plus adaptée à la culture associée. Le mode de semis a été constitué d'une double ligne de niébé entre les lignes de mil semées aux écartements 150 cm x 60 cm. Le rendement obtenu en grains a été équivalent à 80 % de celui de la culture pure.*

*Ce rapport fait le point des acquis sur l'Agronomie du mil et dégage les principaux axes de recherches pour le développement de la culture du mil au Sénégal.*

## I - INTRODUCTION

Le mil fait partie des principales céréales (mil, sorgho, riz, maïs) cultivées au Sénégal. Il représente plus de la moitié de la production qui est de l'ordre de 950 000 tonnes par an (Ministère du Développement Rural, 1995).

La culture du mil est pratiquée dans les zones sèches du Centre Nord et Centre Sud des régions de Louga, Diourbel, Thiès, Kaolack, et Fatick où la pluviométrie varie entre 250 et 500 mm et géographiquement désignées sous le nom de Bassin Arachidier. On rencontre également la culture du mil dans la partie septentrionale relativement plus arrosée des régions du Sud et Sud-Est de Ziguinchor, Tambacounda, et Kolda avec une pluviométrie de 800-900 mm.

En dépit des nombreux acquis dans le domaine de la recherche, les rendements du mil demeurent faibles en milieu paysan et ne dépassent guère 750 kg/ha (Fofana et Mbaye, 1990).

Les travaux de recherches ont identifié cinq majeures contraintes au développement de la culture du mil au Sénégal, mais parmi les principales, on peut citer :

- 1 - la péjoration des conditions climatiques;
- 2 - la faible fertilité des sols qui sont en majorité sableux, pauvres en matière organique et en éléments nutritifs, en phosphore et en azote en particulier (Charreau et Nicou, 1971; Siband, 1981; Badiane, 1993);
- 3 - le coût élevé des engrais minéraux et pesticides, l'inexistence de crédit approprié, et le manque d'appui institutionnel et organisationnel (Fofana, 1986; Diangar, 1997; Gueye, 1991; Kelly, 1991);
- 4 - le bas niveau de technicité des producteurs;
- 5 - l'utilisation de variétés peu productives et le manque de semences de qualité et en quantité suffisante de variétés améliorées;

Les efforts, actuellement déployés en agronomie du mil, concourent à :

- réadapter les techniques culturales en fonction des conditions de la culture et de la technicité des paysans ;
- mettre au point des technologies qui valorisent mieux les ressources disponibles;
- rentabiliser les pratiques paysannes.

Ce document a pour objectif de faire une synthèse des acquis en agronomie du mil et sur les systèmes de cultures à base de mil et d'en dégager des perspectives de recherches pour le développement de la culture du mil dans le Bassin Arachidier.

## II - CARACTERISTIQUES GENERALES DU BASSIN ARACHIDIER

### II.1 - Etude du milieu

Le Bassin Arachidier correspond aux régions de Kaolack, Fatick, Diourbel, Thiès et Louga. Il couvre une superficie de 64 300 km<sup>2</sup> représentant 33 % du territoire national. Il est peuplé de 3.350.000 habitants, constituant 53 % de la population totale du Sénégal.

#### II.1.1 - Climat

Le Bassin Arachidier est caractérisé par trois zones (Bèye, 1977; Ndiaye et al., 1989):

- une zone sahélienne au nord;
- une zone soudanienne divisée en deux parties: une partie Nord (soudano-sahélienne) et une partie Sud (Soudano-guinéenne);
- une zone sub-canarienne le long du littoral (ligne Mbour-Thiès).

La pluviométrie augmente du Nord au Sud et d'Ouest en Est. Au Nord, la sécheresse est quasi endémique avec une pluviométrie ne dépassant pas 300 mm ce qui réduit les chances de réussite même d'un mil de 75 jours (Dancette, 1976). Au Sud, les hauteurs de pluies varient entre 600 et 900 mm.

#### II.1.2 - Sols

On distingue généralement deux grands types de sols: les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés au nord et communément appelés sols "dior" ou "deck", et les sols ferrugineux tropicaux lessivés sur les plateaux du Sud (Bèye, 1977; Badiane, 1993). *(hydromorphes)*

Les sols dior de formation dunaire sont des sols de texture très sableuse sur l'ensemble du profil, avec des teneurs de 95 % de sables et 5 % d'argile en moyenne, tandis que les sols "deck" formés dans les inter-dunes sont des sols à hydromorphie temporaire de surface sur sable et marno-calcaire, avec des teneurs de 90 % de sable et 10 % d'argile (Charreau, 1961; Boufils et al., 1956; Piéri, 1977).

Les sols du Bassin Arachidier sont jugés pauvres dans leur ensemble (Charreau et al., 1971; Nicou, 1974; Piéri, 1979, 1985, 1986, 1989).

En effet, ces sols se caractérisent par:

- une faible porosité, proche de la porosité texturale de l'ordre de 40 % et peu favorable à l'enracinement car ces sols ont la propriété contraignante de prendre en masse à la dessiccation (Nicou, 1977; Chopart, 1983);

- une capacité de rétention en eau limitée: la réserve en eau utile par mètre de sol est de 65 à 75 mm sur sol dior et de 108 à 120 mm sur sol deck (Charreau, 1961; Dancette, 1973; Hamon, 1978);
- une faible capacité d'échange cationique (CEC) avec des valeurs de 2,0 à 2,6 milliéquivalents pour 100g de sol pour le Dior et 6 à 11 pour le Deck et un complexe absorbant respectivement de 10 à 50 % et 70 à 100 % (Charreau, 1961; Piéri, 1977);
- un pouvoir d'adsorption peu tamponné à cause de la nature de la fraction argileuse constituée essentiellement de sesquioxydes de fer et d'alumine (50 à 75 %) et de kaolinite (25 à 50 %) (Piéri, 1976; Siband, 1981)
- une carence en phosphore dont la teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> est de l'ordre de 0,02 % en dehors de sols autour de Thiès à cause de la présence de gissements de phosphates (Blondel, 1968 ; Ndiaye, 1989; Ganry et al., 1991);
- un taux de matière organique inférieur à 1 % (Siband, 1981; Badiane, 1993);
- une tendance à l'acidification au cours des années de culture due à une variation du PH (eau) qui est de 5,5 en sol dior et 5,8 en sol deck (Piéri, 1976; Badiane, Sène, 1994). L'acidité est causée par la présence d'aluminium échangeable dans la solution du sol. Cette acidité devient toxique quand le Ph est inférieur ou égal 5,5 avec un taux de saturation en aluminium échangeable de la CEC de plus de 30 % et des concentrations de 1,2 à 2 méq pour 100 g de sol (Piéri, 1976);
- un pic de minéralisation en début de saison pluvieuse, qui libère une grande quantité d'azote minérale dans le profil, mais presque totalement lessivée au bout d'une vingtaine de jours (Blondel, 1971);
- des teneurs en K échangeable de l'ordre de 0,07 méq pour 100 g de sol (Piéri, 1977).

Les caractéristiques physico-chimiques des sols de quelques sites du Bassin Arachidier se trouvent en Annexe 1.

## II.2 - Structure des exploitations agricoles

L'espace agricole est organisé en deux grandes zones concentriques (Dupriez, 1982; Pélissier, 1966; Benoit-Cattin, Faye, 1986):

- une couronne d'étendue variable suivant la taille du village, entourant les concessions, où le mil est cultivé en continu et appelés les champs de case ou "Tolkeur". Ces parcelles, à

proximité immédiate des habitations bénéficient des apports d'ordures ménagères. En saison sèche, c'est aussi le lieu de parcage nocturne des animaux domestiques.

- le domaine des champs de brousse formés de deux types :

- les champs de défriche récente ou "Tolgor" qui forment le terroir le plus éloigné; ils sont exploités de façon extensive et assurent l'interface entre la zone cultivée et la zone de parcours pour le bétail;
- le terroir intermédiaire ou "Toldiati" a connu une dégradation poussée des sols suite à une agriculture sans restitution basée sur l'arachide et la disparition de la jachère (Faye et al., 1999).

Au cours d'une étude réalisée dans le sud du Bassin Arachidier, Kleene (1976) a défini l'exploitation agricole comme étant la concession ou le « carré » qui est l'unité de production et composée d'un centre de décision principal et de plusieurs centres de décision secondaires:

- l'exploitation principale conduite par le chef d'exploitation,
- les sous-exploitations, conduites individuellement par chaque homme ou femme qui dépend du chef d'exploitation.

La répartition des facteurs de production, la terre, le matériel agricole et le cheptel de traction, dépend de la hiérarchie et du statut de chaque membre au niveau de l'exploitation. Du fait de sa responsabilité vivrière, le chef d'exploitation occupe les champs de case et les meilleures terres du tolkeur et du toldiati. Les autres membres du carré se trouvent le plus souvent à l'extrémité du toldiati et dans le tolgor. La plus grande partie du matériel et du cheptel de traction est sous la propriété du chef d'exploitation.

On distingue quatre types d'exploitation (Orsine et al., 1985; Sarr et al., 1987):

① les petites unités de production de 0-5 ha avec une force de travail réduite. Elles sont constituées en général de jeunes exploitations qui, dans leur grande majorité, ne possèdent pas de bovins de traction mais recourent à la traction équine et/ou asine. L'élevage extensif des bovins est souvent absent et le nombre de petits ruminants est très faible. Ces exploitations sont caractérisées par une très faible capacité d'investissement et d'intensification avec un taux élevé d'activités extra-agricoles et de migrations saisonnières;

② les exploitations intermédiaires de 5-10 ha avec un nombre d'actifs de 8-13. La traction asine est réduite avec une présence marquée dans le Sud de la traction bovine. La possession de bovins en élevage extensif est encore faible;

③ les exploitations moyennes de 10-20 ha avec un nombre d'actifs de 15-25. Le potentiel de traction équine et/ou bovine est élevé. On rencontre fréquemment un capital en bovins extensifs de plus de 20 têtes;

④ les grandes exploitations de 25 ha et plus avec une main d'oeuvre élevée. Dans ce groupe, on trouve les grands terriens (marabouts et certains fonctionnaires). En plus de la traction bovine et équine, le cheptel de rente est un facteur de capitalisation tant sous forme de bovins extensifs que de petits ruminants. C'est dans ce groupe où l'on retrouve les exploitations les plus performantes.

### II.3 - Importance du mil

La production moyenne annuelle céréalière dans le Bassin Arachidier est de 515 600 tonnes (Annexe 2), soit 56 % de la production nationale totale qui est de 915 000 tonnes (Ministère du Développement Rural, 1995). Le mil représente à lui seul plus des trois quarts de la production dans la Bassin Arachidier, 46 % de la production totale et constitue la base de l'alimentation des populations rurales.

Le mil est consommé sous formes de pâtes, de bouillie, de beignets et de couscous seul ou en mélange avec le riz, le maïs ou le blé (Ndoye, 1987).

Les populations de mil traditionnellement cultivées sont de deux types (Etasse, 1965):

- Mil tardif ou sanio, sensible à la photopériode : il fleurit avec le raccourcissement des jours. Suite à la baisse de la pluviométrie, et au raccourcissement des hivernages, le sanio s'est déplacé de nos jours vers le Sud en Casamance. On ne le retrouve que par "îlots" dans les régions de Kaolack et de Fatick

- Mil précoce ou souna qui préfère les jours courts mais fleurit quelle que soit la durée du jour. Le souna constitue la principale culture céréalière du Bassin Arachidier.

## **II.4 - Systèmes de cultures (1) à base de mil**

Le mil est cultivé selon deux systèmes de culture:

- culture continue dans les champs de case autour des habitations ;
- rotation avec une légumineuse dans les champs de brousse.

On distingue généralement la culture pure du mil en continu et la culture pure du mil en rotation avec une légumineuse qui est principalement l'arachide.

### **II.4.1 - Culture pure du mil en continu**

Cette pratique de culture du mil est décrite par Pélissier (1966) et Dupriez (1982) où le mil est semé en culture pure en continu (mil sur mil) dans les champs de case autour des villages. Ces champs bénéficient régulièrement d'apports de matières organiques (ordures ménagères, parcage d'animaux domestiques). On trouve également ce système de culture dans les champs de brousse, mais l'importance des surfaces emblavées dépend de la disponibilité en semences d'arachide (Thiam, 1988a et b). Le système de culture mil sur mil en champ de brousse peut entraîner une chute de rendement allant jusqu'à 60 % en comparaison à celui de champ de case (Thiam, 1987; Diouf, 1990a). Les champs de brousse reçoivent moins fréquemment de la fumure organique que les champs de case.

### **II.4.2 - Culture pure du mil en rotation avec une légumineuse**

Cette pratique de culture du mil est généralement utilisée dans les champs de brousse avec une rotation biennale mil sur arachide; dont la stabilité dépend de la disponibilité en semences d'arachide. Naguère, la rotation mil sur arachide était suivie d'une jachère mais avec la pression démographique et l'introduction de la mécanisation la jachère a disparu (Piéri 1989).

En plus de la culture pure du mil en continu et la culture pure du mil en rotation avec une légumineuse, il existe des associations culturales où le mil est semé avec d'autres spéculations.

---

*(1) Par système de culture on entend une surface agricole traitée de manière homogène par des cultures avec un ordre de succession et des itinéraires techniques spécifiques (Griffon et al., 1991).*

### **I.4.3 - Associations culturelles du mil**

La culture associée est une pratique traditionnelle largement répandue dans le Bassin Arachidier. Cependant, il n'existe pas de données fiables sur l'importance des cultures associées (surfaces emblavées en différentes associations et leur distribution relative par rapport aux cultures pures).

Les raisons de la pratique de l'association culturelle sont entre autres :

- l'augmentation de la productivité par unité de surface;
- l'assurance contre les risques de mauvaises récoltes occasionnées par des conditions pluviométriques défavorables.

Les associations culturelles à base de mil le plus couramment rencontrées sont:

#### **II.4.3.1 - Culture associée de mil/niébé**

La culture associée de mil/niébé est pratiquée un peu partout dans le nord. C'est une pratique courante dans le département de Bambey où le niébé est semé en dérobé tout juste avant la récolte du mil.

Dans le Bassin Arachidier, on rencontre également d'autres types d'associations culturelles : association de mil/mil, mil/sorgho, mil/arachide.

#### **II.4.3.2 - Culture associée de mil/mil**

Il s'agit d'une association de mil souna avec du mil sanio. Elle est pratiquée dans le Sud du Bassin Arachidier (régions de Fatick - Kaolack).

#### **II.4.3.3 - Culture associée de mil/sorgho**

C'est une pratique répandue dans les régions de Fatick - Diourbel et Thiès. Le mil et le sorgho sont semés en lignes alternées avec quatre lignes de mil et une ligne de sorgho.

#### **II.4.3.4 - Culture associée de mil/arachide**

A la différence des autres associations culturelles de mil, dans cette forme d'association, l'arachide devient la culture principale. Il consiste à semer dans un champ d'arachide du mil à très faible densité. Les lignes de mil varient de dix à quinze lignes pour une ligne de mil.

Dans tous ces systèmes d'associations, sauf dans l'association de mil/arachide, le mil représente la culture principale où l'objectif consiste d'avoir une production optimale en mil et un complément de production pour la deuxième culture.

### **III - ACQUIS DE LA RECHERCHE**

#### **III.1 - Culture pure du mil**

##### **III.1.1 - Variétés améliorées**

Les premières études au Sénégal sur le mil ont porté sur l'amélioration des variétés traditionnelles. Ces travaux ont permis la création du Souna 2 en 1969 et puis du Souna 3 en 1972 (Etasse, 1972). Les travaux de sélection effectués à partir de l'élargissement de la base génétique ont conduit à la création d'un certain nombre de variétés qui ont fait leur preuve dans les essais multilocaux en stations et en milieu paysan.

##### **III.1.1.1 - Expérimentation multilocale**

Les essais conduits de 1989 à 1991, (Diangar et al., 1998) ont comporté six variétés améliorées testées chez 20 paysans dans les régions du centre nord et du centre sud. Les variétés IBV 8004, GAM 8301, IBMV 8402 pour le centre nord, et Souna 3, GAM 8203, IBV 8001 pour le centre sud ont été comparées avec la variété locale de chaque zone dans les tests. Le dispositif expérimental a été en blocs complètement randomisés avec quatre répétitions. Avant le semis 150 kg/ha de 10-21-21 a été utilisé comme engrais de fond et 100 kg/ha d'urée a été apporté comme engrais de couverture en deux applications, au démariage et au tallage. L'écartement de semis utilisé a été de 90 cm sur la ligne et 90 cm entre les lignes. Les données ont été analysées en utilisant les logiciels SPSS (Norusis, 1997) et MSTAT-C (MSU, 1988).

Les résultats sont présentés dans le tableau 1 pour le centre nord et le tableau 2 pour le centre sud.

Tableau 1: Rendements (kg/ha) des variétés de mil dans le Centre Nord du Sénégal

Localités	Années	IBV 8004	GAM 8301	IBMV 8402	Variété locale
Bambey	1989	1766	1341	1591	1208
Ndondol	1989	1469	1254	1030	818
Taïré	1989	1410	1155	963	1050
Ngarigne	1989	1221	1102	1154	1175
Bambey	1990	1587	1354	1124	1084
Sob	1990	999	786	867	839
Sam Thiallé	1990	1143	769	988	870
Nguéyen	1990	1010	1096	1092	939
Bambey	1991	1766	1341	1591	1208
Thilmakha	1991	1241	986	829	682
Ngalagne	1991	994	738	812	961
Ndiémane	1991	1113	939	776	683
<b>Moyenne</b> PPDS 0,05 = 101		<b>1310 (a)</b>	<b>1071 (b)</b>	<b>1068 (b)</b>	<b>960 (c)</b>

Le changement de lettre indique une différence significative au seuil de 0,05 selon le test de Newman-Keuls.

Au centre nord et au centre sud, il n'y a pas été relevé un effet de l'interaction entre les variétés, les localités, et les années. Cependant, les effets des variétés ( $P < 0,0001$ ), localités ( $P < 0,0001$ ) et années ( $P < 0,001$ ) ont été très hautement significatifs.

Pour le centre (tableau 1) le rendement moyen des essais a été de 1102 kg/ha. L'ordre de performance des variétés en fonction des rendements moyens est indiqué comme suit: IBV 8004 (1310 kg/ha) > GAM 8301 (1071 kg/ha) > IBMV 8402 (1068 kg/ha) > Variété locale (960 kg/ha). L'analyse a montré que le rendement de la variété IBV 8004 était supérieur à la moyenne des essais (1102 kg/ha) dans 75% des localités durant les trois années de tests et par conséquent cette variété a été recommandée pour le centre nord.

Le rendement moyen (1446 kg/ha) des variétés testées dans le centre sud a été supérieur à celui des variétés dans le centre nord. La variété Souna 3 a été la plus productive, suivie de GAM 8203 et ensuite de la variété ~~variété~~ locale (tableau 2). Le rendement de la variété Souna 3 a été supérieur au rendement moyen (1446 kg/ha) des essais dans 66 % des localités durant les trois années de tests, qui respectivement a été de 42 et 25% pour GAM 8203 et la variété locale. Malgré son hétérogénéité pour le port et la taille des chandelles, GAM 8203 a été significativement différente de la variété locale et d'IBV 8001. Etant fortement appréciée par les producteurs pour son rendement en grains et farine, son goût à la consommation, la Souna 3 a été vulgarisée dans le centre sud.

La conclusion tirée à l'issue de ces tests a été que les variétés améliorées ont donné une plus-value de rendement de 15 à 28 % par rapport aux variétés locales.

Tableau 2: Rendements (kg/ha) des variétés de mil dans le Centre Sud du Sénégal

Localités	Années	Souna 3	GAM 8203	IBV 8001	Variété locale
Nioro	1989	3158	2954	2634	2859
Paoskoto	1989	1842	1022	1417	1840
Thyssé Kaymor	1989	1686	1362	1176	912
Ndimbe Taba	1989	1696	1214	773	798
Nioro	1990	1922	1813	1691	1200
Paoskoto	1990	1325	1175	853	804
Soukoulouyen	1990	1106	889	793	700
Diofior	1990	2100	1623	1455	926
Nioro	1991	1829	1709	1459	1097
Ndimbe Taba	1991	1369	1219	844	752
Diofior	1991	1441	1251	1061	1120
Médina Sabakh	1991	1817	1730	1463	1512
<b>Moyenne (PPDS 0,05 = 107)</b>		<b>1774 (a)</b>	<b>1497 (b)</b>	<b>1301 (c)</b>	<b>1210 (c)</b>

Le changement de lettre indique une différence significative au seuil de 0,05 selon le test de Newman-Keuls.

Les caractéristiques des variétés recommandées sont consignées en Annexe 3.

### **III.1.2 - Techniques culturales**

#### **III.1.2.1 - Précédents culturaux**

L'arachide, la jachère (en disparition du fait de la pression démographique sur le foncier), et le maïs constituent de bons précédents pour le mil (Nicou, 1978). Le mil est un mauvais précédent pour lui-même bien que ce soit une pratique courante dans les champs de case.

Les rotations préconisées sont :

- Centre Sud :

- Année 1: mil ou maïs
- Année 2: arachide ou cotonnier
- Année 3: sorgho
- Année 4: arachide

- Centre Nord:

- Année 1: mil
- Année 2: arachide ou niébé
- année 3: sorgho
- Année 4: arachide

Dans le cas d'une succession culturale comportant du sorgho, Sène (1999) note qu'il faut éviter de semer la culture qui vient après le sorgho sur les anciennes lignes de celui-ci en vue de réduire son effet allélopathique (inhibition de la germination due aux composés phénoliques).

#### **III.1.2.2 - Préparation du sol**

Les préparations du sol avant le semis dépendent du précédent cultural. Si celui-ci est de l'arachide, la préparation du sol est sommaire et consiste à couper les petits arbustes. Par contre, dans le cas d'un précédent mil, il y a grattage superficiel à l'hilaire ou à la houe sine pour déssoucher les touffes de mil et ameublir le sol.

Le labour d'enfouissement donne 20 à 30 % de plus-value (Ganry, 1985; Havard, 1985; Badiane, 1988) mais difficilement réalisable en milieu paysan à cause:

- a) du manque de disponibilité des pailles (les pailles sont exportées pour l'alimentation du bétail et la confection de palissades pour les habitations);

- b) de l'impossibilité d'effectuer ce travail en sol sec ou insuffisamment humide car dès le 10ème jour après l'arrêt des pluies les sols prennent très vite en masse; *Ce n'est pas possible le 10e jour*
- c) des risques de phytotoxicité (quand la paille n'est pas enfouie en humide en fin de cycle et que la décomposition coïncide avec la germination et la levée du mil, il y a phytotoxicité sur les jeunes plants à cause de la présence d'acides phénoliques); *en fin de cycle B.R.F. sols acides*
- d) de l'inexistence d'un équipement adéquat.

Les résultats de recherches obtenus sur l'application de la matière organique sous forme de fumier ou de compost ont permis de recommander le travail du sol à la dent. Ce travail qui se fait en milieu paysan à la houe sine permet d'obtenir des plus-values de 20 % de rendements (Sène, 1988).

### III.1.2.3 - Dates et modes de semis

Quand le sol est bien travaillé, le semis en sec est supérieur au semis en humide (Tourte, 1967; Sène, 1988). Le semis en sec, qui a lieu vers le 10-15 juin au centre sud et vers le 20-25 juin au centre nord, a l'avantage de permettre au mil de profiter de toute l'humidité du sol. Il permet en outre de libérer les paysans pour le semis en humide d'autres cultures telle que l'arachide. Cependant, avec le semis en sec, on assiste souvent à des resemis du mil quand la première pluie n'est pas suffisamment importante et si elle est suivie d'une période de sécheresse prolongée. En conséquence on recommande le semis en sec ou le semis après la première utile.

Le semis du mil est effectué en poquets soit manuellement ou mécaniquement. L'écartement recommandé des poquets est de 0,90 m x 0,90 m, soit 12300 poquets par hectare, mais en milieu paysan les distances entre les poquets varient entre 0,70 m et 1 m. Dans l'optique de la réduction, voire même la suppression du démarrage coûteux en main-d'oeuvre, plusieurs distributeurs, des 3 et 4 cuillères aux disques 8 et 4 trous, ont été testés pour le semis mécanique du mil. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le disque 8 trous sur lequel on bouche 4 trous (1 trou sur 2) avec un cache, et monté sur un semoir Super-Eco à la traction équine, asine ou bovine. La quantité de semences utilisée est de 3 à 4 kg/ha de graines.

Les caractéristiques de semis du disque 8 trous sont les suivantes (Havard, 1986) :

- une distance entre poquets de 98 à 100 cm ;
- une longueur moyenne de poquet de 16 cm ;
- un nombre moyen de graines par poquet de 38.

Des résultats encourageants ont été obtenus avec le disque Bambey 70 n° 2 à quatre trous qui permet de semer moins de graines (7 à 10 graines) par poquet et d'obtenir une longueur réduite des poquets de 5 à 10 cm.

*Caractéristiques  
≠ entre un  
disque à  
8 trous  
cachet un  
disque à  
4 trous sans  
cache?*

### III.1.2.4 - Densité de population

Les études de physiologie végétale ont permis la mise au point d'un modèle qui permet de définir la densité optimale du mil en fonction des paramètres de son architecture à partir du stade anthèse du cycle par la formule (Pouzet, 1974) :

$$d = \frac{dc}{t} \quad \text{où}$$

d = densité de semis en plantes/ha

t = coefficient de tallage

dc = densité critique au stade anthèse

$$dc = \frac{10^8}{S} \log_e \left( \frac{E_0}{E_c} \right) \quad \text{avec}$$

S = surface foliaire moyenne d'une talle

E<sub>0</sub> = énergie lumineuse disponible au dessus du couvert végétal = 350 W/m<sup>2</sup>  
du 15 Août au 15 Septembre

E<sub>c</sub> = énergie lumineuse critique (E<sub>c</sub> = 140 W/m<sup>2</sup>)

10<sup>8</sup> = facteur de conversion du nombre de tiges/ha.

*Il apparaît que l'énergie lumineuse et l'architecture de la plante sont importantes, mais la détermination de la densité de semis en plantes*

La densité critique est définie comme la densité pour laquelle l'énergie moyenne journalière non utilisée par le couvert est égale à l'énergie critique. L'énergie critique correspond au niveau moyen d'énergie lumineuse qui, reçue par une feuille de mil pendant le jour permet à celle-ci d'assimiler photosynthétiquement la quantité de CO<sub>2</sub> juste nécessaire à assurer ses besoins respiratoires.

Ces études ont conduit à l'élaboration de variétés de mil d'architecture avec des tiges réduites, des feuilles fines, érigées et peu nombreuses et un tallage moyen, tolérant de fortes densités (Jaquinot, 1972).

Les tests conduits à Bambey de 1982 à 1984 (Gupta, 1984) ont montré que les meilleures densités se situaient entre 10 000 (1 plant/poquet) et 30 000 (3 plants/poquets) plants/ha aux écartements 90 cm x 90 cm. Selon le même auteur, au-delà de cette limite, l'augmentation de la population des plants ou des poquets n'augmente pas significativement le rendement du mil grain. Ce résultat est à nuancer en fonction des conditions climatiques, en particulier, la disponibilité de l'eau. C'est ainsi qu'un essai multilocal sur l'étude des écartements que nous avons conduit pendant trois ans de 1993 à 1995 a montré que l'écartement 90 cm x 45 cm sur Souna 3 a été significativement supérieur à celui de 90 cm x 90 cm avec un surplus de

rendement en grains de 13 % (tableau 3). Des résultats analogues ont été obtenus sur un essai de fertilisation, de densité et de préparation du sol en culture irriguée du mil. Il est ressorti que le semis à une densité de 83 300 plants par hectare, combinée avec des itinéraires techniques appropriés telle que la préparation du sol, une fertilisation raisonnée, adaptés aux variétés ainsi que la satisfaction des besoins en eau minimaux, a permis d'obtenir un rendement moyen de 2432 kg/ha, soit 59 % de plus que la densité 15 600 plants par hectare (Diangar et al., 1999).

Tableau 3: Rendements moyens (kg/ha) en grains du mil en fonction des écartements de semis

Ecartements de semis	Nioro		Bambey	Thilmakha	Moyenne
	Souna 3	IBV 8001	IBMV 8402	IBV 8004	
90 cm x 90 cm	1977 b	1997 ns	1985 ns	945 ns	1726
90 cm x 60 cm	2024 a	2084 ns	1705 ns	1087 ns	1725
90 cm x 45 cm	2240 a	2081 ns	1882 ns	990 ns	1798
PPDS 0,05	253	175	299	137	
CV %	14	10	19	16	-

Le changement de lettre indique une différence significative au seuil de 0,05 selon le test de Newman-Keuls.

*ns: non significatif*

### III.1.2.5 - Travaux d'entretien

Il est essentiel d'accorder parmi les travaux d'entretien de la culture du mil une place primordiale aux opérations de sarclo-binages et de démariage :

#### III.1.2.5.1 - Sarclo-binages

Il y a généralement deux sarclo-binages. Le premier comprend une phase mécanique qui a lieu 8 jours après la levée et une phase manuelle au moment du démariage. Le deuxième sarclo-binage qui consiste en une seule phase mécanique a lieu à 15 jours après le premier. D'autres sarclo-binages peuvent être effectués à la demande.

#### III.1.2.5.2 - Démariage

C'est une opération qui consiste à réduire le nombre de plantules par poquets à 3. La durée moyenne est de 15 à 20 jours après la levée avec une variation de plus ou moins 7 jours (Thiam, 1988) mais la meilleure date se situe entre le 8ème et le 15ème jour après la levée.

Pour diminuer la main d'oeuvre lors du démariage manuel, des essais ont été menés à Bambey pour étudier la possibilité du démariage mécanique. Les socs en pattes d'oie disposés sur une barre porte-outils du polyculteur à grand rendement ont permis d'effectuer un démariage avec une distance de 30 cm entre les poquets et des poquets de 3 à 4 plants avec un

temps de 10 heures par hectare (Plessard, 1974; Monnier, 1976). Cependant, ces résultats n'ont jamais été testés en milieu paysan.

En 1989, à Bambey, nous avons réalisé un essai sur Souna 3 pour étudier l'effet des dates de sarclages et l'intensité du démariage sur les rendements du mil. Les résultats (tableau 4) de cet essai ont montré que lorsque le sarclage est effectué précocement (15 jours après semis), avec un démariage de 3 plants par poquet, les rendements augmentent de l'ordre de 20 % par rapport à un retard de sarclage au-delà de 30 jours après le semis. Les rendements étaient plus faibles quand le nombre de plants laissés par poquet était supérieur à 7.

Tableau 4: Effet de la date du sarclage et l'intensité du démariage sur le rendement (kg/ha) du mil

Dates du sarclage	Intensité du démariage			Moyenne (LSD.05: 150)
	3 plants/poquet	7 plants/poquet	Sans démariage	
15 jours après semis (JAS)	1627	1557	790	1325 (a)
30 jours après semis	1300	1235	525	1020 (b)
15 jours après semis + 45(JAS)	1790	1595	850	1412 (a)
<b>Moyenne</b> (PPDS 0,05 = 109)	1572 (a)	1462 (b)	722 (c)	-

Les valeurs affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon Newman-Keuls

### III.1.3 - Nutrition minérale

En milieu paysan, après l'eau, l'alimentation minérale, est certainement le facteur limitant pour la culture du mil, car, les sols dans leur majorité sont soumis à la culture continue sans restitution.

#### III.1.3.1 - Alimentation azotée

La conduite d'une fumure azotée raisonnée repose sur la connaissance préalable, d'une part de la demande en azote de la plante et d'autre part de l'offre en azote par le sol (Bondel, 1971). Il y a deux sources d'azote fourni par le sol: l'azote minéral, disponible immédiatement et l'azote minéralisable provenant de la minéralisation de la matière organique (résidus de récoltes, fumier, humus) La teneur du sol en azote minéral (ammoniacal et nitrique), en saison des pluies, est caractérisée par deux phases (Ganry, 1984 ; Piéri, 1985).

La **première phase** a lieu 20 à 25 jours après le début de la saison des pluies et se caractérise par une montée brusque de l'azote minéral ( $\text{NH}_4^+$  et  $\text{NO}_3^-$ ). En sol Dior avec un coefficient de minéralisation de 5% et 0,25 % de teneur en azote, la quantité d'azote minéralisé atteint environ 40 kg dans l'horizon de surface (0-20 cm) et 60 kg/ha sur une profondeur de 100 cm. Cependant, la presque totalité des  $\text{NO}_3^-$  de l'horizon de surface (0-20 cm) est lixivié par les pluies au-delà du front racinaire.

Pendant cette première phase, les besoins en azote des plantes du mil sont faibles: la mobilisation globale de l'azote par la plante ne représente que 5 % du total de la matière sèche fabriquée. Siband (1983) a montré qu'avant le 10ème jour de développement du mil, la fourniture d'éléments nutritifs à la plante est assurée par le grain. Cependant, dès le 10ème jour, le mil dépend à 85 % du milieu pour la fourniture en azote. Néanmoins, la consommation en azote est faible et c'est ainsi que jusqu'au 28ème jour, la plante du mil n'absorbe environ que 0,8 kg d'azote par hectare et par jour, soit au total 22 kg d'azote/ha.

La **deuxième phase** est marquée par une minéralisation nette faible à nulle. Les besoins en azote du mil pendant cette phase sont importants et peuvent atteindre environ 50 kg/ha entre le 28ème et le 49ème jour qui coïncide avec le stade de développement du mil de début montaison - épiaison.

Pendant cette phase, il y a une intense activité minéralisatrice dans la zone de la rhizosphère grâce à la présence de microorganismes nitrificateurs (Ganry, 1984). Cependant, il est probable que l'activité microbienne ne puisse pas satisfaire totalement les besoins de la plante en azote. Ainsi, il est possible d'augmenter les rendements en apportant de la fumure azotée.

Il faut noter que la mobilisation globale de l'azote par la plante ne permet à elle seule d'apprécier la réponse à la fumure azotée. Un des critères le plus souvent utilisé pour l'efficacité de la fumure azotée est l'indice d'efficacité de l'azote qui est le rapport entre la quantité de grain produit et la quantité d'azote mobilisée. Il définit donc la quantité de grain produit par unité d'azote mobilisée par la culture. Pour le mil cet indice est compris entre 23 et 30 (Blondel, 1971).

### II.1.3.2 - Alimentation phosphatée

De nombreux auteurs ont mis en évidence la carence quasi totale des sols en phosphore dans la zone milicole (Bouyer, 1955 ; Tourte et al. 1954 ; Charreau, 1963 ; Ndiaye, 1979). Dans les sols sableux du Sénégal, le phosphore est fixé par le kaolinite. En condition acide, le phosphore forme avec le fer et l'aluminium des composés insolubles dans la solution du sol.

Le phosphore est absorbé sous forme d'ions  $HP0_4^{2-}$  ou  $H_2 PO_4^-$  et en plus grande partie au stade montaison-floraison (Siband, 1980, 1983). Chopart (1983) a montré que la capacité d'absorption de l'eau et des éléments minéraux est plus élevée dans les parties proximales de la racine. Ainsi l'absorption du phosphore ( $^{32}P$ ) est trois fois plus importante à 15cm de profondeur qu'à 30 cm et horizontalement quatre fois plus importante à 15 cm qu'à 45 cm.

Bouyer (1955), en utilisant la loi de Mitcherlich (excédents des rendements moins que proportionnels) a montré qu'il était possible à partir de la quantité de  $P_2O_5$  fournie par le sol et le rendement maximum accessible dans ces conditions de culture de calculer la dose optimale de  $P_2O_5$  à apporter à la plante. Ainsi, il a trouvé une corrélation entre les besoins en  $P_2O_5$  de la plante et les teneurs en  $P_2O_5$  du sol (tableau 5)

Tableau 5: Relation entre les teneurs du sol et les besoins d'apport en phosphore

Teneurs en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Besoins d'apport en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <i>total</i>
200-220 ppm	il n'y a pas un besoin d'apporter du phosphore
50 ppm	25kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
100 ppm	15 à 20 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>

*Souvent : Bouillon ?*

### III.1.3.3 - Alimentation potassique

La potasse se présente dans le sol sous trois fractions (Piéri, 1979):

- le potassium total;
- le potassium échangeable qui correspond à la forme immédiatement disponible aux plantes (5 %) ;
- le potassium des réserves "mobilisation" qui correspond au stock de potassium pouvant être mobilisé par des plantes exigeantes en cet élément.

Siband (1983) a mis en évidence le rôle du potassium dans la croissance et le développement du mil.

Entre autres, le potassium accroît le développement végétatif de la plante par l'élongation des tiges par un accroissement de la vitesse de croissance sans augmenter le cycle des cultures et la multiplication du nombre des tiges (capacité de tallage) (Piéri, 1979). Il procure une meilleure résistance à la sécheresse en agissant sur l'ouverture des stomates (Humble, 1971). Siband (1980) a montré que le potassium subit une absorption régulière jusqu'au stade grain laiteux mais les plus importantes quantités sont absorbées en début de cycle à la première phase de croissance (stade jeune plantule).

La répartition des éléments selon les différents organes varie suivant le stade physiologique de la plante et la nature de l'élément. Pendant le développement végétatif de la plante jusqu'à l'épiaison, l'azote, le phosphore, le potassium ont tendance à s'accumuler dans les feuilles.

A partir de l'apparition de l'épi, jusqu'au stade laiteux, N, P, et K s'accumulent fortement dans l'épi. On retrouve K en plus grande quantité dans le rachis et les organes floraux. Du stade laiteux jusqu'à la récolte, cette tendance se maintient avec quelques modifications (N dans les grains, K dans le rachis et les organes floraux, P essentiellement dans la tige.

Les phénomènes de migrations des éléments N, P et K des organes végétatif vers l'épi sont conditionnés par la qualité de la nutrition de la plante en ces éléments et par l'importance du développement de l'épi et des grains (Vidal, 1963 ; Jacquinet, 1970 ; Siband, 1980).

### III.1.4 - Fertilisation du mil

#### III.1.4.1 - Fertilisation minérale

Selon Ganry et Badiane (1991) et Kelly (1991) à partir de 1961, on a noté un accroissement de la consommation en engrais qui est passée de 60 300 tonnes en 1967 à 86 600 tonnes en 1976/77. D'après ses mêmes auteurs, avec la suppression du programme agricole, la consommation d'engrais a connu une nette régression au Sénégal puisqu'en 1981/82, les chiffres sont descendus à 44 500 tonnes puis en 1986/87 à 19 900 tonnes. Les enquêtes que nous avons menées dans le département de Nioro en 1989 ont montré que 80 % des paysans n'utilisent pas les engrais minéraux. Parmi ces paysans 45 % ne fertilisent pas du tout leurs champs de mil et 35 % seulement apportent du fumier. Les travaux effectués par Hamon (1972), Ganry (1985), Badiane et al. (1994) ont montré que même de faibles apports de 2 à 4t/ha/an de fumier ont permis d'augmenter de 43 % les rendements de mil.

En matière de fertilisation potassique, il est nécessaire de connaître les besoins réels du mil en potassium car il est capable d'en absorber des quantités considérables sans une nette augmentation du rendement (Piéri, 1979). C'est ce qu'on appelle la "consommation de luxe".

Les études de fertilisation basée sur la possibilité d'utilisation des phosphates naturels produits au Sénégal (phosphate de Taïba, phospal) comme source d'engrais phosphatée et comme fumure de redressement de la carence des sols sableux du Sénégal en phosphore, avaient abouti à la mise au point de la "fumure étalée" :

- 500 kg/ha de phosphate tricalcique sur jachère ou engrais vert enfoui ;
- 50 kg de Kcl ;
- 50 kg de sulfate d'ammoniaque

Cette formule s'est révélée économiquement rentable mais des bilans minéraux réalisés ont permis de montrer qu'elle a provoqué des déséquilibres, tant au point de vue du sol que de la végétation.

Pour éviter l'acidification résultant de l'utilisation de sulfate d'ammoniaque, on apporta dès lors l'azote sous forme d'urée.

La réduction de la durée des jachères, voire leur totale disparition, la non-restitution des résidus de récolte, l'accentuation du déséquilibre minéral résultant de l'augmentation des rendements ont impulsé la recherche d'une fertilisation plus satisfaisante. Ainsi trois niveaux d'intensification furent définis (ISRA, 1980; Ndiaye, 1988) :

a) Un niveau F<sub>0</sub>: fumure légère: 14-7-7 à 150 kg/ha pour la production extensive. Ce niveau était destiné aux paysans peu équipés.

b) Un niveau F<sub>1</sub>: pour la production semi-intensive, basée sur l'utilisation d'une fumure forte, de formules concentrées de 10-21-21 à 150 kg/ha + de l'urée à 100 kg/ha avec un ensemble de paquet technologique (variétés améliorées, entretien et protection des cultures).

Ce niveau était destiné aux paysans qui disposaient de moyens leur permettant d'appliquer, en plus des fumures fortes, les autres recommandations de la recherche pour approcher le potentiel de production des cultures.

c) Un niveau F<sub>2</sub>: destiné à la production intensive par l'utilisation des doses d'engrais plus fortes que celles définies pour le niveau F<sub>1</sub>.

Les résultats des travaux de recherches sur la fertilisation minérale du mil en fonction des 3 niveaux d'intensification sont résumés dans le tableau 6 ci-dessous:

**Tableau 6: Fertilisation minérale du mil en fonction du niveau d'intensification**

SYSTEMES DE CULTURE	FORMULES	DOSES ( kg/ha )
1- <u>EXTENSIF</u> : non mécanisé, sans rotation, variétés non sélectionnées, travail léger du sol	14-7-7	150 au semis
2- <u>SEMI-INTENSIF</u> : mécanisation faible, rotation culturales, variétés améliorées, brûlis ou exportation des résidus de récolte	- Tricalcique - 10-21-21 - Urée	400 100 (au semis) (50 au démariage et 50 en fin montaison)
3- <u>INTENSIF</u> : mécanisation, labour profond en fin ou début de cycle, rotation culturale, variétés améliorées, bon entretien des cultures, protection phytosanitaire, enfouissement des résidus de récolte.	- Tricalcique - 10-21-21 - Urée	400 150 (au semis) (75 au démariage et 75 en fin montaison)

### III.1.4.2 - Fertilisation organique et organo-minérale

Les agronomes se sont très tôt intéressés à l'importance de l'apport de la matière organique (paille) pour l'amélioration de la fertilité des sols. Les quantités préconisées étaient importantes et variaient de 5 à 10 t/ha et même plus (Ganry, 1974).

Cette utilisation de la matière organique a connu des difficultés techniques, évoquées plus haut, (voir préparation du sol), quant à sa réalisation en milieu paysan. Il s'est posé en outre un problème de disponibilité des quantités à apporter (Hamon, 1972).

Les études de courbe de réponses à des doses croissantes de fumier ont montré que l'application directe de fumier de 1 à 3 t/ha procurait des surplus de rendement de 20 à 35 % (Ganry et Sarr, 1983) et même doublait le rendement par rapport au témoin sans fumier (Badiane, 1987, 1988).

Suite à la suppression de la subvention de l'Etat sur les engrais minéraux, il nous est apparu opportun de tester l'effet d'une diminution de la dose de la fumure minérale vulgarisée sur les rendements du mil en vue d'une économie des engrais devenus trop onéreux pour le paysan. C'est ainsi que cinq traitements ont été testés en stations et en milieu paysan (tableau 7).

**Tableau 7** : Rendements en grains (kg/ha) du mil en fonction des doses de fumure

Fumure	Variété IBV 8004				Variété Souna 3			
	Bambey	Ndiémane	Gatt	Moyen.	Nioro	M.Sabakh	Diofior	Moyenne
1. 150 kg/ha de 10-21-21 + 100 kg/ha d'urée	2577	1097	747	1474 ab	1633	1202	1893	1576 ab
2. 2 t/ha de fumier	2608	858	589	1014 b	1525	810	1282	1206 c
3. 150 kg/ha de 10-21-21 + 100 kg/ha d'urée + 2 t/ha de fumier	2669	1497	968	1711 a	1792	1300	2032	1708 a
4. 75 kg/ha de 10-21-21 + 50 kg/ha d'urée	2216	965	658	1280 ab	1404	1058	1665	1377 bc
5. 75 kg/ha de 10-21-21 + 50 kg/ha d'urée + 2 t/ha de fumier	2577	979	736	1431 ab	1686	995	1716	1466abc
PPDS 0,05				465				286

: valeurs affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon Newman-Keuls)

Les résultats ont montré qu'une diminution de la dose de fumure minérale vulgarisée sur mil de moitié entraîne une chute de rendement de 14 % en stations et 12 % en milieu paysan Ganry (1974) a montré que l'apport de 2 t/ha de fumier + 30 kg/ha d'azote procurait une plus-value de 20 à 30 % par rapport au fumier tout seul.

Dans le cadre de la mise au point de systèmes cultureux durables et économiquement rentables, nous nous sommes intéressés à l'utilisation des résultats de la recherche pour la culture associée mil/niébé.

### III.2 - Association culturale de mil/niébé

Les recherches, menées à Louga et Bambey sur la culture associée mil/niébé, basées sur les besoins en eau des cultures et l'utilisation des réserves hydriques du sol, ont permis à Dancette (1976, 1984, Thiaw, 1992) de tirer les conclusions suivantes :

- 1) A Louga, l'association n'est pas la solution rêvée pour lutter avec succès contre la sécheresse et que donc l'association dans cette zone n'est pas rentable.
- 2) Bambey constitue une zone limite.

#### III.2.1 - Modes de semis des cultures de l'association de mil/niébé

Sur la base des résultats des essais de 1992 à 1994, nous avons testé la performance des meilleures variétés de mil dans l'association de mil/niébé en stations (Bambey, Nioro) et dans 12 sites en milieu paysan dans les régions de Diourbel, Thiès, Fatick et Kaolack.

Les variétés Souna 3 et IBV 8001 ont été utilisées pour les régions de Kaolack-Fatick et les variétés IBV 8004 et IBMV 8402 pour Diourbel, Thiès et Louga.

Les variétés de niébé utilisées pour l'association ont été Ndiambour pour la production de grains et 58-74 pour la production de fourrage.

Trois modes de semis ont été expérimentés. Dans le premier, le mil a été semé à un écartement de 100 cm entre les lignes et 90 cm sur la ligne. Une ligne intercalaire de niébé grainier ou fourrager a été semée au milieu des lignes de mil à une distance de 50 cm sur la ligne. Pour le deuxième mode de semis, le mil a été semé aux écartements de 150 cm entre les lignes et 90 cm sur la ligne avec deux lignes intercalaires de niébé semées à une distance de 50 cm des lignes du mil. Le troisième mode qui se différenciait du second par la distance du mil sur la ligne a été de 60 cm au lieu de 90 cm. Les cultures pures ont été semées pour le mil à 90 cm x 90 cm et le niébé à 50 cm x 50 cm.

Le Land Equivalent Ratio (LER) de l'association a été calculé pour déterminer l'efficacité de l'utilisation du sol par rapport aux cultures pures par la formule:

$$\text{LER} = (\text{Rdt du mil associé} / \text{Rdt du mil pur}) + (\text{Rdt du niébé associé} / \text{Rdt du niébé pur})$$

LER > 1 signifie que l'association est plus avantageuse que les cultures pures;

LER < 1 indique par contre que les cultures pures sont meilleures que l'association;

LER = 1 signifie que l'association est aussi efficace que les cultures pures .

Les rendements du mil et du niébé ainsi que les LERs respectifs sont indiqués dans les tableaux 8 et 9.

Au Centre Nord, les variétés de mil IBV 8004 et IBMV 8402 ont été plus productives en cultures pures. En associations, ces variétés de mil ont eu des LERs < 1,0 ou légèrement au dessus de 1,0. Cela indique que ces variétés se comportent mieux en cultures pure qu'en culture associée (tableau 8).

**Tableau 8:** Effet des modes de semis sur les rendements en grains de l'association de mil/niébé et les LERs respectifs dans le Centre Nord du Sénégal

Systèmes de cultures	Mil IBV 8004	Niébé Ndiambour	Niébé 58-74	Association Mil/Ndiambour	Association Mil/58-74
	-----kg/ha-----			-----LER-----	
Cultures pures	1740 a	1023 a	777 a	-	-
M/NG (100 cm x 90 cm)	1510 ab	213 b	-	1,07	-
M/NG (150 cm x 90 cm)	1428 b	171 b	-	0,99	-
M/NG (150 cm x 60 cm)	1528 ab	214 b	-	1,06	-
M/NF (100 cm x 90 cm)	1321 b	-	169 b	-	0,98
M/NF (150 cm x 90 cm)	1300 b	-	162 b	-	0,96
M/NF (150 cm x 60 cm)	1390 b	-	183 b	-	1,03
	<b>IBMV 8402</b>				
Cultures pures	1456 a	1023 a	777 a	-	-
M/NG (100 cm x 90 cm)	1303 ab	178 b	-	1,07	-
M/NG (150 cm x 90 cm)	1237 ab	170 b	-	1,02	-
M/NG (150 cm x 60 cm)	1309 ab	186 b	-	1,08	-
M/NF (100 cm x 90 cm)	1124 b	-	152 b	-	0,97
M/NF (150 cm x 90 cm)	1220 ab	-	134 b	-	1,01
M/NF (150 cm x 60 cm)	1103 b	-	132 b	-	0,93

Les valeurs de la colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon Newman-Keuls); M = Mil NG = Niébé grainier NF = Niébé fourrager

L'association a été plus efficace dans le Centre Sud. L'utilisation du sol a été mieux rentabilisée quand le mil (variété Souna 3) est associé au niébé grainier (variété Ndiambour) avec des LERs de 1,30 à 1,50 (tableau 9).

**Tableau 9:** Effet des modes de semis sur les rendements en grains de l'association de mil/niébé et les LERs dans le Centre Sud du Sénégal

Systèmes de cultures	Mil Souna 3	Niébé Ndiambour	Niébé 58-74	Association Mil/Ndiambour	Association Mil/58-74
	-----kg/ha-----			-----LER-----	
Cultures pures	1534 a	1093 a	812 a	-	-
M/NG (100 cm x 90 cm)	1293 ab	684 b	-	1,50	-
M/NG (150 cm x 90 cm)	1124 b	616 b	-	1,30	-
M/NG (150 cm x 60 cm)	1093 b	647 b	-	1,30	-
M/NF (100 cm x 90 cm)	1267 ab	-	197 b	-	1,10
M/NF (150 cm x 90 cm)	1206 b	-	187 b	-	1,00
M/NF (150 cm x 60 cm)	1000 b	-	172 b	-	0,90
	<b>IBV 8001</b>				
Cultures pures	1605 a	1093 a	777 a	-	-
M/NG (100 cm x 90 cm)	1310 abc	657 b	-	1,40	-
M/NG (150 cm x 90 cm)	1213 bc	576 bc	-	1,30	-
M/NG (150 cm x 60 cm)	1103 c	608 b	-	1,20	-
M/NF (100 cm x 90 cm)	1435 ab	-	152 b	-	1,10
M/NF (150 cm x 90 cm)	1286 bc	-	200 b	-	1,00
M/NF (150 cm x 60 cm)	1281 bc	-	190b	-	1,00

Les valeurs de la colonne affectées d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% selon Newman -euls)

M = Mil; NG = Niébé grainier NF = Niébé fourrager

### III.2.2 - Fertilisation organo-minérale de l'association de mil/niébé

Pour la mise en place de systèmes de cultures durables et économiquement rentables, de 1994 à 1995, nous avons intégré dans l'association mil/niébé les meilleurs résultats antérieurement obtenus, à savoir:

( 1 ) les variétés de mil les plus performantes, Souna 3 pour le centre sud, IBV 8004 pour le centre nord, ont été associées à deux variétés de niébé ( Ndiambour pour la production de grains et 58-74 pour le fourrage);

( 2 ) le mode de semis où le mil a été semé à 60 cm sur la ligne et 150 cm entre les lignes avec deux lignes intercalaires des deux variétés de niébé semées à 50 cm des lignes de mil;

Pour déterminer une fumure adaptée à ce type d'association de mil, nous avons testé trois niveaux de fumure:

- témoin sans fumure;
- 2t/ha de compost;
- 2t/ha de compost + 10<sup>0</sup> P kg/ha (30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ).

Les cultures pures ont été semées pour le mil à 90 cm x 90 cm et le niébé à 50 cm x 50 cm. Le dispositif expérimental était un bloc randomisé avec quatre répétitions.

L'efficacité des systèmes de cultures a été déterminé par l'analyse de regression entre le rendement en grains de chaque système de culture en utilisant l'écart type (s.e.) de la moyenne et le coefficient de corrélation ( $R^2$ ) ( Hilderbrand et Russel, 1996; Eberhart et Russel, 1966).

Les résultats ont montré que l'association de mil/niébé grainier, ayant un écart type plus faible et un  $R^2$  plus grand, a été plus efficace, avec au centre nord, s.e.= 0,06 et  $R^2 = 0,91$  et au centre sud, s.e.= 0,28 et  $R^2 = 0,70$  comparée à l'association de mil/niébé fourrager ( s.e. = 0,24;  $R^2 = 0,62$  pour le centre nord et s.e.= 0,32;  $R^2 = 0,46$  pour le centre sud) (tableau 10).

L'application de 2t/ha de compost a donné des rendements en grains de 1453 kg/ha au centre sud et de 1343 kg/ha au centre nord. Ces rendements ont été augmentés de 10 et 19 %, respectivement, avec un apport supplémentaire de phosphate naturel par rapport au témoin sans fumure.

Compte tenu de l'engouement qu'a suscité chez les paysans l'utilisation du compost, nous avons construit des fosses compostières dans les sites d'essais (Bambey, Ndiamsil, Ndiémane, Diofior) pour former les paysans aux techniques modernes de compostage et de fabrication de fumier amélioré.

Tableau 10: Analyse de stabilité des rendements du mil dans l'association de mil/niébé

Traitements	Rendement kg/ha	Pente	Ecart type	R <sup>2</sup>	Probabilité
<b>Centre Nord</b>					
<b>Association mil (var.IBV 8004) /niébé</b>					
Mil pur	1292	0,80	0,18	0,65	0,0014
Mil/Ndiambour	1264	0,59	0,06	0,91	<0,001
Mil/58-74	1194	0,98	0,24	0,62	0,0022
S.E.	57				
<b>Compost</b>					
0	892	0,30	0,09	0,48	0,011
2 t/ha compost	1343	1,20	0,15	0,87	<0,0001
2 t/ha compost + 30 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1515	1,47	0,17	0,87	<0,0001
S.E.	33				
<b>Centre Sud</b>					
<b>Association mil (var.Souna 3)/niébé</b>					
Mil pur	1383	0,53	0,33	0,19	0,1414
Mil/Ndiambour	1387	1,4	0,28	0,70	0,0003
Mil/58-74	1307	1,0	0,32	0,46	0,0106
S.E.	41				
<b>Compost</b>					
0	1061	0,82	0,19	0,64	0,0018
2 t/ha compost	1453	0,98	0,21	0,69	0,0009
2 t/ha compost + 30 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1560	1,20	0,22	0,74	0,0003
S.E.	23				

## IV - ANALYSE CRITIQUE DES ACQUIS

Le mil constitue l'alimentation de base pour la population rurale sénégalaise. Cependant, les faibles rendements obtenus en milieu paysan ne permettent pas de sécuriser la production et concourent au déficit céréalier enregistré chaque année.

Il s'agit dans cette partie d'analyser les résultats de recherches en faisant ressortir les goulots d'étranglement en vue de dégager des perspectives d'amélioration.

### IV.1 - Etude (du milieu) ?

Les recherches sur le milieu physique (sol, climat), les systèmes de production et les politiques agricoles ont été bien fournies, mais l'accent n'a pas été suffisamment mis sur les systèmes de cultures à base de mil (associations culturales). Il n'a pas, non plus, été accordé au paysan le rôle qui lui revient. Selon Sène (1987), le producteur a été plutôt traité en " éternel assisté" et non considéré en tant qu'agent de développement conscient, libre et efficace. Ceci a conduit à l'échec des différentes politiques agricoles entreprises depuis l'indépendance à travers le **Programme agricole** de 1978-1980 sur l'encadrement du monde rural et la subvention des intrants (engrais, semences), ainsi que la **Nouvelle Politique Agricole** en 1981-1985 sur le désengagement de l'Etat.

### IV.2 - Matériel végétal

Les crédits accordés à l'agriculture ont été destinés principalement à l'arachide. Le mil, comme les autres céréales a souffert du manque de financement pour son intensification. Ceci s'est ressenti sur le nombre de variétés vulgarisées et leur taux d'adoption en milieu paysan malgré les efforts en cours pour augmenter la production de semences de qualité et en quantité suffisante (Dasyva et al, 1998). La Souna 3, vulgarisée pour le centre sud depuis 1972, n' a pas été encore supplantée par une autre variété améliorée. Il n'existe pas non plus une variété adaptée aux conditions de déficit hydrique de la zone nord, l'IBV 8004 étant une variété intermédiaire. Il en est de même pour les zones sud (Tambacounda, Kolda et Ziguinchor).

### IV.3- Techniques culturales

Les difficultés rencontrées concernent particulièrement les dates, les doses, les densités et les modes de semis.

### IV.3.1 - Précédents culturaux

Les études ont été réalisées dans des conditions de culture intensive (variétés sélectionnées, labour avec phosphatage de fond et utilisation de fortes doses d'engrais minéraux). Il paraît donc opportun d'adapter les résultats en fonction des situations actuelles (dégradation des sols, utilisation de faibles doses d'engrais minéraux).

La jachère ayant disparu et la rotation quadriennale s'étant ramenée à une rotation biennale, l'accent doit être mis sur l'amélioration de la rotation mil sur mil ou mil sur une autre céréale par l'introduction d'une culture associée mil/légumineuse

### IV.3.2 - Dates de semis

Le semis en sec ne permet pas à la plante d'exploiter tout son potentiel de rendement, surtout en conditions de déficit hydrique. C'est pourquoi, il est important, sur la base d'une étude fréquentielle des pluies, de définir une date de semis en tenant compte du seuil de stress hydrique pour lequel le mil est sensible et de sa date d'apparition.

Il faut en outre raisonner la date de semis en relation avec le type de sol, car l'intensité du déficit hydrique, pour un régime pluviométrique donné, est plus forte en sol Dior qu'en sol Deck. Par ailleurs, les déficits hydriques semblent accentués en cas de semis tardif. On peut donc, déterminer par types de sol, les dates de semis les plus propices.

### IV.3.3 - Densités de semis

Les études sur les densités de semis ont été rarement couplées aux besoins en eau des différents idéotypes de mil. C'est ce qui a amené probablement à conclure que la densité optimale se trouve entre 10 000 (1 plant/poquet) et 30 000 (3 plants/poquet) pieds par hectare, (Gupta, 1984), alors que les recherches que nous avons conduites en culture irriguée ont permis de déterminer une densité de semis beaucoup plus importante de plus de 80 000 pieds à l'hectare.

### IV.3.4 - Modes de semis

Les écartements qui sont actuellement appliqués sur le mil ont été proposés sur la base des essais essentiellement menés à Bambeby. Ces essais doivent être étendus aux autres zones agro-écologiques sur les variétés recommandées et les nouvelles obtentions.

### IV.3.5 - Démariage

Le disque à quatre trous et la dose de 4 kg/ha de graines ne permettent pas de supprimer le démariage. Les études doivent être poursuivies pour l'obtention d'un disque plus adapté et combinées à différentes méthodes d'enrobage des graines.

## **IV.4 - Fertilisation du mil**

### **IV.4.1 - Fertilisation minérale**

Au Sénégal, il a été montré qu'il fallait sept années de jachère pour que des champs épuisés par des cultures successives de mil puissent retrouver leur niveau de fertilité initiale (Nicou, 1976; Piéri, 1986). Cependant, on assiste de plus en plus à la suppression des jachères due en particulier à la poussée démographique.

Il est important de réactualiser les doses en fonction des variétés et des zones de cultures. Il en est de même pour certaines formules qu'on continue de recommander alors qu'elles n'existent plus sur le marché. C'est le cas de la formule 10-21-21 et même de la 14-7-7.

Les études sur l'économie des engrais doivent être basées sur des méthodes d'application plus efficaces:

- tests d'un épandeur d'engrais combiné au semoir super-éco;
- application en bandes ou en bandes localisées près du poquet;
- dates d'épandage en fonction de la pluviométrie pour mieux exploiter la relation plante-sol-eau avec la bioclimatologie.

Dans l'économie des engrais, une place primordiale doit être accordée à la vulgarisation des acquis pour l'utilisation des phosphates naturels. La disponibilité du produit a été améliorée ces dernières années, mais des efforts complémentaires doivent être faits pour le rapprocher des producteurs compte tenu de la forte carence des sols en phosphore.

### **IV.4.2 - Fertilisation organique**

Les doses recommandées pour la matière organique sont élevées et ne sont pas disponibles en milieu paysan. Les recherches en cours avec l'application de doses moyennes de matière organique (fumier et compost) combinées à de faibles doses d'engrais minéral (particulièrement le phosphate naturel) ont suscité un grand intérêt chez les paysans. Il convient de résoudre les problèmes liés aux modes et dates d'apport de cette matière organique.

## V - PERSPECTIVES

En dépit des nombreux acquis enregistrés dans le domaine de la recherche pour le développement du mil en particulier et les systèmes de cultures à base de mil en général, les rendements restent faibles. Ceci, entre autres, est dû, en dehors de la baisse de la pluviométrie devenue endémique, à un certain nombre de contraintes parmi lesquelles on peut citer:

- la faiblesse du taux d'adoption des variétés vulgarisées;
- le manque de semences améliorées;
- l'inorganisation des filières de production et de commercialisation des céréales;
- la faiblesse du niveau de technicité des producteurs;
- le coût élevé des intrants (engrais, produits phytosanitaires).

Nous dégageons ici quelques réflexions pour une meilleure adoption des technologies de production de mil dans le Bassin Arachidier.

### V.1 - Matériel végétal

L'expérimentation multilocale grâce à la collaboration des structures de vulgarisation a permis de recommander des variétés de mil pour les grandes zones écologiques du Bassin Arachidier. Mais suite à la baisse de la pluviométrie et la persistance de la sécheresse, les recherches doivent se poursuivre pour la création d'une part de variétés précoces pour le nord et d'autre part de variétés tolérantes à la sécheresse pour le Centre et le Sud du Bassin Arachidier.

Malgré les efforts fournis par la vulgarisation, le taux d'adoption des variétés améliorées reste faible en milieu paysan à cause d'un manque de disponibilité des semences. Ces dernières années, l'Unité de production de Semences (UPSE) de l'ISRA et l'Union Nationale Interprofessionnelle des Semences (UNIS) ont mis à la disposition des producteurs une importante quantité de semences des principales variétés de mil. C'est ainsi qu'avec les structures d'encadrement et de financement, des projets sont mis en oeuvre pour la reconstitution du capital semencier dans plusieurs communautés rurales. Cette expérience doit être encouragée.

### V.2 - Associations culturales à base de mil

Les recherches sur l'association mil/niébé doivent se poursuivre pour trouver de variétés et de modes de semis adaptés aux techniques culturales.

Les travaux ont été réalisés avec la collaboration de l'ONG Rodale International et du PNVA (Programme National de Vulgarisation Agricole).

Avec les autres agronomes, il sera étudié la possibilité de développer l'association de mil avec d'autres céréales tel que le sorgho.

### **V.3 - Fertilisation du mil**

#### **V.3.1 - Effet du compost sur les rendements du mil en fonction des rotations culturales**

Les recherches seront menées en station dans un dispositif pérenne. Les effets du mil et de l'arachide comme précédents culturaux de l'association de mil/niébé sur les rendements du mil et l'amélioration de la fertilité des sols seront étudiés en fonction de deux pratiques de restitution des résidus de récolte :

- pratique paysanne : les résidus de récolte seront laissés sur le terrain, et au mois de mai, on effectuera un dessouchage ou grattage sans brûlis des résidus ;
- pratique améliorée : apport de 2 t/ha de compost + 30 kg/ha de  $P_2O_5$  sous forme de phosphate tricalcique suivi d'un grattage à la houe sine en fin mai.

### **V.4 - Mise au point de techniques culturales adaptées**

#### **V.4.1 - Semis du mil**

Si le semis du mil ne pose pas beaucoup de problèmes à cause de la possibilité du semis en sec à une période (fin mai - début juin) où il y a peu d'activités agricoles, par contre la réussite et la facilité des opérations d'entretien de la culture dépendent du type de matériel de semis utilisé. La recherche d'un disque adapté au mil qui permet de semer à une densité optimale en réduisant le temps de démarrage sera poursuivie avec le machinisme agricole.

Cette recherche sera couplée d'une étude sur les effets de différentes méthodes de calibrage et d'enrobage des semences sur le temps de démarrage et les rendements de la culture du mil.

#### **V.4.2 - Densité de population et modes de semis**

Actuellement un seul écartement de semis (90cm x 90cm) soit une densité de population de l'ordre de 12 300 (1 plant/poquet) ou 37 000 (3 plants/poquet) pieds à l'hectare est recommandé dans tout le Bassin Arachidier et pour toutes les variétés. Pour obtenir des densités plus conformes aux différentes variétés et en fonction des zones agro-écologiques, l'expérimentation multilocale sur l'étude des écartements conduite de 1993 à 1994, doit se poursuivre encore.

## VI - CONCLUSIONS GENERALES

Les sols du Bassin Arachidier dans leur grande majorité sont pauvres et fortement carencés en phosphore et en matière organique.

Dans les systèmes de cultures, le mil est cultivé en culture pure ou en association avec d'autres cultures tels que le niébé, le sorgho et l'arachide.

Pour chaque grande zone agroécologique, la recherche a mis au point :

1 - une ou deux variétés de mil qui, dans les essais multiloaux, ont montré leur supériorité par rapport aux variétés locales de l'ordre de 15 à 28 %.

2 - des formules et des doses de fumure minérale, organique et organo-minérale ainsi que des techniques culturales capables d'améliorer la fertilité des sols et d'accroître les rendements du mil.

3 - des technologies nouvelles de rentabilisation des systèmes de cultures à base de mil.

Cependant, en dépit des nombreux acquis enregistrés par la recherche pour le développement du mil en particulier et des systèmes de cultures à base de mil en général, les rendements restent faibles.

Ce rapport faisant le point des acquis sur l'agronomie du mil a permis de dégager trois grands axes principaux de recherche:

- 1) associations culturales à base de mil ;
- 2) fertilisation
- 3) mise au point de techniques culturales adaptées

Les actions de recherches ainsi définies visent l'amélioration de la productivité des systèmes de cultures à base de mil sur la base d'une collaboration multidisciplinaire.

## BIBLIOGRAPHIE

1. **ALLARD J.L., BERTEAU Y., DREVONJ.J., SEZE O., GANRY F., 1982.** Ressources en résidus de récolte et potentialités pour le biogaz au Sénégal. *Agron. Trop.*, 38: 213-221
2. **BADIANE A.N., 1987.** Courbe de réponse à des doses croissantes de fumier (Thilmakha) et Essais Travail du sol (Sole III Nord, Bambey). ISRA-CNRA de Bambey.
3. **BADIANE A.N., 1988.** Courbe de réponse à des doses croissantes de fumier (Thilmakha). Essai travail du sol (Sole III Nord du CNRA de Bambey). Essai Régénération des sols (Ndiémane). Résultats 1987. ISRA-CNRA de Bambey, 9 p.
4. **BADIANE A.N., GANRY F., 1990.** Evaluation et utilisation de la matière organique en zone soudano-sahélienne Ouest Africaine. Cas de deux villages du Centre Nord Sénégal. ISRA/CNRA Bambey, 13 P.
5. **BADIANE A.N., 1993.** Le statut organique d'un sol sableux de la zone Centre Nord du Sénégal. Thèse. Institut National Polytechnique de Lorraine. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires, 200 p.
6. **BADIANE A.N., SENE M., 1994.** L'utilisation des données pédologiques pour une agriculture durable: cas des sols tropicaux lessivés de la zone nord du Bassin Arachidier du Sénégal. Communication présentée à la 12ème réunion des experts du Sous Comité Ouest et Centre Africain de corrélation des sols pour la mise en valeur des terres, Bangui du 5 au 10 Déc.1994. République du Sénégal, Ministère de L'Agriculture, ISRA/DRCS, 12 p.
7. **BENOIT-CATTIN M., FAYE J., 1986.** Les Unités Expérimentales du Sénégal. Recherche et Développement Agricole. ISRA-FAC-CIRAD Montpellier, 500 p.
8. **BEYE G., 1977.** Dégradation des sols au Sénégal. Situation actuelle et perspectives. ISRA-CNRA, 23 p.
9. **BLONDEL D., 1968.** Etude de l'évolution du profil cultural sous une rotation quadriennale et de l'influence du travail du sol sur les cultures. CNRA de Bambey, 43 p.

10. **BLONDEL D., 1971.** Contribution à la connaissance de la dynamique de l'azote minéral en sol sableux (Dior) au Sénégal. *Agron. Trop.*, 26 : 1303-1333.
11. **BOUFILS P., FAURE, J., 1956.** Les sols de la région de Thiès. *Bull. Agron.*, 16: 5-92.
12. **BOUYER S., 1955.** Nouvelles orientations des recherches sur l'utilisation des phosphates au Sénégal. *Annales du CRA de Bambey. Bulletin agronomique*, 15: 92-99.
13. **CHARREAU, C., 1961.** Dynamique de l'eau dans deux sols du Sénégal. *Agronomie Tropicale*, 16 (5): 504-561.
14. **CHARREAU C., POULAIN J.F., 1963.** La fertilisation des mils et Sorghos. *Agronomie Tropicale*, 18: 53-63.
15. **CHARREAU C., NICOU R., 1971.** L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche Ouest-Africaine et ses incidences agronomiques. *Agron. Trop., Bull. Agron.*, n° 23.
16. **CHOPART J.L., 1983.** Etude du système racinaire du mil (*Pennisetum typhoides*) dans un sol sableux du Sénégal. *Agronomie Tropicale*, 38 (1): 37-51.
17. **DANCETTE C., 1973.** Principales études de l'IRAT au Sénégal portant sur les caractéristiques hydriques et hydrodynamiques des sols et sur leurs aptitudes à l'irrigation. *Agronomie Tropicale*, 26 (9): 887-893.
18. **DANCETTE C., 1976 -** Les besoins hydriques des cultures et l'économie de l'eau dans les zones Centre et Nord du Sénégal. CNRA Bambey.
19. **DANCETTE C., 1984 -** Principaux résultats en 1983 par la division de la Bioclimatologie sur les systèmes de cultures à base de niébé. ISRA-CNRA de Bambey, 20 p.
20. **DASYLVA A., WAGUE K., DIANGAR S., 1998.** Compte rendu du forum sur la réorganisation de la filière des semences d'espèces vivrières (mil, sorgho, maïs, niébé). ISRA/UPSE; CNRA de Bambey.
21. **DIANGAR. S., 1997.** Amélioration de la productivité des systèmes culturaux à base de mil. *Options Technologiques pour une Agriculture durable en Afrique Sub-Saharienne*. Ed. Taye Bezuneh et al. OUA/STRC-SAFGRAD. Ouagadougou, Burkina Faso: 125-136.
22. **DIANGAR S., FOFANA A., DIAGNE M., YAMOA C. F., DICK R. 1998.** Millet-based Cropping Systems in the Semiarid Agro-ecosystem of Senegal. *Experimental Agriculture*, no.98/064. Department of Agriculture, University of Reading, Berkshire United Kingdom (en cours d'édition).

23. **DIANGAR S., BA T., YAMOAHA C. F., DICK R., 1999.** An appraisal of irrigated temperate and tropical millet varieties in the semiarid region of Senegal. *African Crop Science Journal*, Faculty of Agriculture and Forestry, Makerere University, Uganda (en édition).
24. **DIOP F., 1978.** Synthèses des travaux des hivernages 1976-1977 et contre saison 1977. ISRA/CNRA Bambey.
25. **DIOUF T., 1979.** Synthèse de recherches effectuées sur le mil en physiologie végétale au CNRA de Bambey. République du Sénégal. Primature. Secrétariat d'Etat à la Recherche Scientifique et Technique. ISRA/CNRA de Bambey, 60p.
26. **DIOUF M., 1990a.** Analyse de l'élaboration du rendement du mil (*Pennisetum typhoides* Stapf et Hubb.). Mise au point d'une méthode de diagnostic en parcelles paysannes. Thèse. Institut National Agronomique. Paris - Grignon.
27. **DIOUF M., 1990b.** Diagnostic agronomique en parcelles paysannes. Une étude d'amélioration des systèmes de cultures. Savane d'Afrique, Terres Fertiles. Montpellier 10-14. Décembre 1990. Ministère de la Coopération et du Développement, 123-143 p.
28. **DUPRIEZ H., 1982.** Paysans d'Afrique Noire. Terres et Vie, Nivelles (Belgique), 256 p.
29. **EBERHART. S. A., RUSSEL W. A., 1966.** Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6: 36-46.
30. **ETASSE C., 1965.** Amélioration du mil *Pennisetum* au Sénégal. *Agron. Trop.*, 20: 976-980.
31. **ETASSE C., 1972.** Amélioration du mil (*Pennisetum typhoides* STAFF) pour l'agriculture intensive. *Agron. Trop.*, 27: 783-790.
32. **FAYE A., FALL A., SENE A., 1999.** Politiques affectant l'investissement chez les exploitants agricoles des zones semi-arides de l'Afrique. Evolution des systèmes de production et de revenus dans les zones semi-arides du Sénégal à forte densité de population: étude de cas dans le Baol et le Sine. ISRA.
33. **FOFANA A., 1986.** Amélioration du mil. Synthèse des résultats et perspectives. CNRA de Bambey, 29 p.

34. FOFANA A., MBAYE D.F., 1990. Production du mil au Sénégal: contraintes et perspectives de recherches. CNRA de Bambey.
35. GANRY F., 1974. Action de la fertilisation azotée et de l'amendement organique et la valeur nutritionnelle du mil Souna III. Agron. Trop., 29 (10): 1006-1015.
36. GANRY F., SARR L., 1983. Valorisation du recyclage organique dans un objectif d'économie des engrais et de maintien de la fertilité des sols au Sénégal. Acquis et perspectives. ISRA-CNRA de Bambey. Doc mult., 18 p.
37. GANRY F., 1984. Etude de la nitrification rhizosphérique chez *Pennisetum typhoides* dans un sol dior. ISRA-CNRA de Bambey. Doc. multig.
38. GANRY F., 1985. Quelques réflexions pratiques sur la valorisation agricole des fumiers et composts. Actes de l'Atelier, La Recherche Agronomique pour le Milieu Paysan. ISRA - Nianing: 108-119.
39. GANRY F., BADIANE A.N., 1991. Utilisation efficace des engrais pour accroître la production végétale: Efficience de l'urée apportée sur le maïs au Sénégal. In Alleviating soil fertility constraints to production in West Africa. A.U. Mokwunye (Ed.). Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
40. GRIFFON M., HENRY P., LEMELLE J.P., 1991. Les politiques agricoles et alimentaires en Afrique. Méthodes et outils d'analyse et d'aide à la décision. Ministère de la Coopération et du Développement. France, 186 p.
41. GUEYE M., 1991. Les commerçants privés et l'approvisionnement du monde rural. Cas des facteurs de production agricole au Sénégal. ISRA. Etudes et Documents. Vol. 4, no 4.
42. GUPTA S.C., 1981. Programme d'amélioration du mil. Synthèse des activités du programme "Gam Corrigé Indien" (1977-1980). ISRA-CNRA de Bambey.
43. GUPTA S.C., 1982. Programme d'amélioration du mil. Rapport annuel - ISRA-CNRA de Bambey.
44. GUPTA S.C., 1983. Caractéristiques de variétés de mil (*Pennisetum americanum* L. Leake) recommandées au Sénégal. ISRA-CNRA de Bambey.

45. GUPTA S.C., 1984. Programme d'amélioration du mil. Rapport annuel (1983-1984). Développement des pratiques culturales pour les nouvelles variétés. ISRA-CNRA de Bambey.
46. HAMON G., 1978. Caractérisation hydrodynamique *in situ* de deux sols de culture de la région centre-nord du Sénégal (sols dior et dek). Bambey, ISRA-CNRA, 27p.
47. HAMON R., 1972. L'habitat des animaux et la production d'un fumier de qualité en zone tropicale sèche (Bilan de 3 années d'études). L'Agronomie Tropicale, 27 (5) :592-607.
48. HAVARD M., 1985. Principaux types de travaux du sol effectués en traction animale au Sénégal. Actes de l'Atelier La Recherche Agronomique pour le milieu paysan. ISRA, Nianing.
49. HAVARD M., 1986. Le semis du mil au Super Eco en culture attelée. Machinisme Agricole Tropicale, 93: 15-20.
50. HILDERBRAND P. E., RUSSEL J. T., 1996. Adaptability analysis: a method for the design, analysis and interpretation of on-farm research-extension. Iowa State Press, Ames IA.
51. HUMBLE G.D., RASDIKE K., 1971 - Stomatal opening quantitatively related to potassium transport. Plant Physiol., 48 : 447-453.
52. ISRA, 1980. La politique de fertilisation du mil et de l'arachide dans le Nord, le Centre et le Centre Sud du Sénégal. Historique et Perspectives. CNRA de Bambey.
53. JACQUINOT L., 1970. La nutrition carbonée du mil. I. migrations des assimilats carbonés durant la formation du grain. Agronomie Tropicale, 25 : 1088-1095.
54. JACQUINOT L., 1972. Résultats et perspectives des recherches effectuées au Sénégal sur la potentialité du mil céréalière (*P. typhoides*). Agron. Trop., 27: 815-821.
55. KELLY V. A., 1991. Demande d'engrais de la part des exploitants dans le contexte de la nouvelle politique agricole au Sénégal. Une étude des facteurs influençant les décisions d'achat d'engrais prises par les paysans. ISRA/MSU. Etudes et Documents. Vol. 4, N° 10

56. **KLEENE P., 1976.** Notion d'exploitation agricole et modernisation en milieu Wolof Saloum (Sénégal). *Agronomie Tropicale*, 31 (1): 63-81.
57. **MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL, 1995.** Statistiques départementales des principales cultures de 1960 à 1994. Amélioration des Instruments du Diagnostic Permanent pour la Sécurité Alimentaire. Phase III. DIAPER III. Direction de l'Agriculture. Division des Statistiques Agricoles.
58. **MONNIER J., 1976.** Le démariage précoce du mil hatif et les techniques qui s'y rapportent. ISRA-CNRA de Bambey.
59. **MSU, 1988.** Microcomputer Statistical Program. Michigan State Univ., East Lansing, MI.
60. **NDIAYE J.P., 1979.** Evaluation de la fertilité de quelques terres exondées au Sine-Saloum. ISRA-CNRA de Bambey.
61. **NDIAYE J.P., 1988.** Note succincte sur la fertilisation des cultures au Sénégal. CNRA de Bambey.
62. **NDIAYE J.P., et al., 1989.** La fertilisation des cultures au Sénégal. Bilan diagnostic et perspectives. Ministère du Développement Rural, 91p.
63. **NDOYE A.T., 1979.** Amélioration du mil. Rapport d'activités 1978. ISRA-CNRA de Bambey.
64. **NDOYE A.T., 1987 -** Bilan de dix années de Recherches en Génétique Appliquée à l'amélioration du mil Pennisetum Typhoïdes (Burm.) stapf & Hubb. au Sénégal. Thèse, Université de Paris-Sud - Centre d'Orsay.
65. **NICOU R., 1974 -** Contribution à l'étude et à l'amélioration de la porosité des sols sablo-argileux de la zone tropicale sèche. Conséquences agronomiques. *Agronomie Tropicale*, 29: 1100-1127.
66. **NICOU R., 1976 -** Amélioration de la fertilité des sols des régions Nord et Centre Nord. ISRA-CNRA de Bambey, 10 p.
67. **NICOU R., 1978 -** Etudes de succession culturales au Sénégal. Résultats et méthodes. *Agronomie Tropicale*, 33-1: 51-61.
68. **NORUSIS M. J., 1997.** Guide to data analysis. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.
69. **ORSINE J.P.; FAYE A., 1985 -** Une typologie d'exploitations agro-pastorales au Sine-Saloum, Sénégal. *Rev. Elev Méd. Vét. Pays Trop.*, 38-2: 200-210.

70. PELISSIER P., 1966 - Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Fabrègue, Saint-Yrieix, 574 p.
71. PIERI C., 1976. L'acidification des terres de cultures exondées au Sénégal. *Agronomie Tropicale*, 31 (4): 339-368.
72. PIERI C., 1977. Minéralogie et propriétés de surface de deux sols sableux du Sénégal. *Agronomie Tropicale*, 32 (4): 339-551.
73. PIERI C., 1979. La fertilité potassique du mil *Pennisetum* et ses effets sur la fertilité d'un sol sableux du Sénégal. *Compte rendu de 5 années d'expérimentation*. ISRA-CNRA de Bambey, 72 p.
74. PIERI C., 1985. Bilans minéraux des systèmes de cultures pluviales en zones arides et semi-arides. *Agron. Trop.*, 40 (1): 1-19.
75. PIERI C., 1986. Fertilisation des cultures vivrières et fertilité des sols en agriculture paysanne subsaharienne. *Agronomie Tropicale*, 41 (1) : 1-20.
76. PIERI C., 1989. Fertilité des terres des savanes. Bilans de 30 ans de recherche et de développement agricole au Sud du Sahara. Min. Coopération et CIRAD-IRAT, 444 p.
77. PLESSARD F., 1974. Essai de démariage mécanique en traction bovine du mil Gam. ISRA-CNRA de Bambey.
78. POUZET, 1974. Influence de la densité sur la formation du grain et celle de l'épi du mil (*Pennisetum typhoides*). ISRA/CNRA, 20 p.
79. PROGRAMME NATIONAL DE VULGARISATION AGRICOLE, 1992. Enquêtes de suivi sur l'adoption des thèmes techniques sur le fonctionnement des outils de vulgarisation dans la zone d'intervention du PNVA. Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique. PNVA/Suivi-Evaluation.
80. SARR D., THIAM A., GARIN P., 1987. Description d'une typologie de structure des exploitations. Interprétation par AFC et classification automatiques de l'enquête pluridisciplinaire menée dans la Communauté Rurale de Kaymor (Sud de la région de Kaolack) Ministère du Développement Rural. ISRA/ Direction de Recherches sur les Systèmes Agraires et Economie Rurale.
81. SENE D. 1987. Aperçu des technologies agricoles disponibles au Sénégal. CIRAD. Paris.

82. SENE M., 1999. Analyse de l'influence des systèmes de cultures sur la variabilité des rendements du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) et sur son effet allélopathique dans le Sine-Saloum. Thèse. ISRA. INAPG/INRA.
83. SENE M., 1988. Le travail à la dent en traction bovine pour une meilleure infiltration des eaux des premières pluies sur sols gravillonnaires en bordure de plateau: C.R. de Kaymor. ISRA-SCS, Kaolack.
84. SIBAND P., 1980. Cinétique des éléments minéraux après fécondation chez le mil penicillaire. ISRA-CNRA de Bambey.
85. SIBAND P., 1981. Croissance, Nutrition et Production du mil. Essai d'analyse du Fonctionnement du mil en zone sahélienne. Thèse. Académie de Montpellier. Université des Sciences et Techniques du Languedoc.
86. SIBAND P., 1983. Nutrition minérale des plantules de mil, maïs et sorgho au cours des premiers jours de végétation. *Agronomie Tropicale*, 34 (3) : 242-249.
87. THIAM A., 1987. Fertilisation minérale du mil souna. Incidence de l'engrais binaire P.K. nouvellement vulgarisé sur la culture du mil souna dans le Sud du Bassin Arachidier. DRSAE/SCS/Kaolack.
88. THIAM A., 1988a. Fertilisation minérale sur culture de mil en champs paysans au Sud du Sine-Saloum en 1986 et 1987. ISRA - Secteur Centre Sud - Kaolack.
89. THIAM A., 1988b. La culture du mil en parcelle paysanne dans le Nord Sine-Saloum (Région de Fatick) en 1987 ISRA-SCS Kaolack.
90. THIAM A., 1988c. Incidence sur le rendement mil-grain et ses composantes des itinéraires techniques mis en oeuvre par les paysans dans les sols limono-argileux du Sine-Saloum. ISRA Secteur Centre Sud Kaolack.
91. THIAW S., 1992. Agronomie du niébé dans les zones Nord et Centre Nord du Sénégal. Acquis et perspectives. Mémoire de confirmation ISRA-CNRA de Bambey, 50 p.
92. TOURTE R. et al., 1954. Perfectionnement des techniques culturales au Sénégal. *Annales du CRA de Bambey. Bulletin agronomique*, N° 13 : 3-111.
93. TOURTE R., FAUCHE J., 1955. Recherches pluriannuelles sur les densités et écartements des mils (*Pennisetum*) et sorgho. *Annales du CNRA de Bambey. Bulletin Agronomique*, n° 15 : 58-66.
94. TOURTE R., CHARREAU C., NICOU R., POULAIN J.F., 1967. Le rôle des facteurs mécaniques (Travail du sol) dans la création et l'amélioration du profil cultural en zone

tropicale sèche sur la productivité agricole. Actes du colloque sur la fertilité des sols tropicaux. TANANARIVE (Madagascar).

95. VIDAL P., 1963. Croissance et nutrition minérale des mils (*Pennisetum*) cultivés au Sénégal. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences, Université de Dakar.

**Annexe 1:** Caractéristiques physico-chimiques de quelques sols du Bassin Arachidier

Localités	Horizon, cm	PH		Argile + limon, %	Tot. C, %	Tot. N, %	P	
		Eau	KCL				Tot. P, %	Assim., ppm
<b>Centre Nord</b>								
Bambey	0-20	6.60	5.94	6.00	0.32	0.03	0.03	82
	20-40	6.18	5.20	6.80	0.17	0.02	0.02	60
Ndiamsil	0-20	5.20	4.30	11.20	0.22	0.02	0.03	33
	20-40	5.10	4.20	14.60	0.2	0.02	0.03	40
Babak	0-20	5.80	4.90	7.00	0.31	0.03	0.31	505
	20-40	4.10	4.90	7.90	0.29	0.03	0.32	483
<b>Centre Sud</b>								
Nioro	0-20	5.86	5.23	12.30	3.70	0.32	0.37	204
	20-40	5.55	4.99	15.00	2.68	0.25	0.32	107
Diofior	0-20	7.00	6.60	8.60	3.90	0.40	0.40	282
	20-40	7.40	7.00	8.80	2.70	0.30	0.50	218

**Annexe 2: Superficies (S) et productions (P) des principales céréales du Bassin Arachidier**

Années	Mil-Sorgho		Maïs		Riz		Total	
	S (ha)	P (tonnes)	S (ha)	P (tonnes)	S (ha)	P (tonnes)	S (ha)	P (tonnes)
1980-1981	868346	421332	24952	19950	1728	713	895026	441995
1981-1982	933407	533880	14256	27213	-	-	947663	561093
1982-1983	797707	433657	27000	29311	-	-	824707	462968
1983-1984	657242	253891	13921	7739	-	-	671163	261630
1984-1985	867575	368821	16155	15030	-	-	883730	383851
1985-1986	1089644	731705	31080	46910	333	809	1121057	779424
1986-1987	769547	444072	24640	28415	462	906	794649	473393
1987-1988	856407	640102	27992	40934	623	1372	885022	682408
1988-1989	793065	395137	33327	39654	520	914	826912	435705
1989-1990	897755	598491	34454	57114	437	800	932646	656405
1990-1991	823804	471496	34509	34465	366	487	858679	506448
1991-1992	787575	525975	36123	39980	194	360	823892	566315
1992-1993	701486	394371	39101	40038	125	231	740818	434640
1993-1994	797462	562337	42373	44650	613	545	840448	607532
1994-1995	735794	452612	39549	25340	1721	2802	777064	480754
<b>Moyenne</b>	<b>825121</b>	<b>481859</b>	<b>29295</b>	<b>33116</b>	<b>475</b>	<b>663</b>	<b>854898</b>	<b>515637</b>

Source : Ministère du Développement Rural. Direction de l'Agriculture/Division des Statistiques Agricoles, 1995.

**Annexe 3 : Caractéristiques des variétés de mil vulgarisées dans le Bassin Arachidier**

Caractères	Souna 3	IBV 8001	IBV 8004	IBMV 8402
Filiation	Synthétique composé de 8 lignées tirées de Pc 32 et Pc 28	700515 x Sérère 2A x Cassady	700515 x Sérère 2A x Sérère 14 x Souna 3	ICMI 84002 ICMI 84005 ICMI 84007 ICMI 84013 ICMI 84032 ICMI 840033
Année d'obtention	1972	1982	1982	1984
Origine	CNRA-Bambey	CNRA-Bambey	CNRA-Bambey	CNRA- Bambey
Zone de culture recommandée	Kaolack Fatick	Kaolack Fatick	Nord	
Cycle végétatif (jours)	85-90	75-85	75-85	75-85
Potentiel de rend. (kg/ha)	3200	3100	3100	3300
Rend. moy.en stat. (kg/ha)	2300	2000	1800	1450
Rendement. moy.en milieu.paysan (kg/ha)	1650	1550	1300	1100
Hauteur plante ( cm)	280	260	270	270
Longueur épi ( cm)	60	40	40	45
Tallage utile	5	7	7	5
Rapport grain/paille	0,50	0,50	0,30	0,30
Poids 1000 grains (g)	9	9,50	8,50	9

Sources : NDOYE A.T. (1979, 1987); GUPTA S.C. (1981, 1982, 1983); FOFANA A. (1987)

## RESUME

La présente étude a été réalisée dans le cadre du Projet Petites et Grandes Laiteries (PPGL) initié par la SODEFITEX. Elle vise à dégager des perspectives de développement pour ledit projet en fonction du marché. Elle s'est déroulée dans la zone cotonnière du Sénégal.

Les enquêtes ont concerné 116 ménages et deux laiteries dans la commune de Tambacounda.

Les résultats ont mis en relief l'existence d'un marché potentiel qui est loin d'être saturé et très prometteur. Le taux de pénétration des produits issus des laiteries est très variable selon le produit. En effet, il est de 78 p. 100, 16 p. 100 et 5 p. 100 respectivement pour le lait caillé, le lait frais et l'huile de beurre. Cependant la conquête de ce marché souffre principalement d'insuffisance de stratégies commerciales initiées par les promoteurs des laiteries. En effet, 67 p. 100, 53 p. 100 et 35 p. 100 des ménages enquêtés méconnaissent respectivement l'existence de l'huile de beurre, du lait frais et du lait caillé issus des laiteries.

L'importance de la demande en lait déterminée selon les périodes exclusives les une des autres a permis de quantifier la demande potentielle. Ainsi, pour une demande au jour le jour, les besoins sont de 772,5 litres. Il existe parallèlement une demande de 1270 l/semaine, 78,5l/mois et 17 l/an. L'huile de beurre étant pour 200 l/mois. Ces quantités offrent de bonnes perspectives de croissance aux laiteries. La réalisation de cette opportunité demeure cependant tributaire de la capacité d'offre de ces dernières. Ce qui nécessite un approvisionnement continu de celles-ci en lait cru par les producteurs.

Enfin, l'étude débouche sur des recommandations d'amélioration des stratégies commerciales initiées par les promoteurs des laiteries. Ces recommandations concernent essentiellement **le produit** selon :

- **la quantité** à mettre sur le marché qui pourrait porter sur une demande potentielle globale de 345 litres de lait frais, 200 litres d'huile de beurre et 2506 litres de lait caillé répartie selon les périodes indiquées en supra.
- **La qualité** portera sur la présentation et l'étiquetage, l'effort marketing englobera ces deux aspects. L'effort technique réglera le problème lié à la date de péremption.
- Le consommateur étant plus porté vers des quantités unitaires au ¼ de litre et au ½ litre pour le lait caillé et le lait frais et au litre pour l'huile de beurre, l'effort technique devra accentuer de tels **conditionnements**.

**Les prix** actuels selon le conditionnement correspondent à la demande :

- Pour le lait caillé : le ½ litre de 200 à 250 F, le ¼ de litre de 125 à 150 F et le 1/8 à 100 F ;
- Pour le lait frais, il reste entre 200 à 250 F au plus du 1/8 de litre au ½ litre.
- L'huile de beurre ne pourra pas excéder 1300 F le litre.

**Une politique promotionnelle** intégrera des encaisses préalables variables de 30 à 50 p.100 des montants commandés selon le statut de revenu du client.

**La distribution** devra se faire au niveau des différents points de vente (boutiques, épiceries, etc.) grâce à des moyens de transport adaptés (chariots et vélos équipés de glacières et même mieux des fourgonnettes réfrigérées).

**MOTS CLES** : Projet, laiteries, marché, perspectives,