

CNS70017
P350
BAD

REPUBLIQUE D-U SENEGAL
MINISTERE. DE L'AGRICULTURE



Institut Sénégalais de
Recherches Agricoles
Centre Nord Bassin Arachidier

**RAPPORT ANALYTIQUE
DES ACTIVITES DE RECHERCHE
OPERATION RECYCLAGE DE LA MATIERE ORGANIQUE
FIXATION DE L'AZOTE**

Aminata Niane BADIANE
Benoît LESAGE

Mars 1997

OPERATION FIXATION DE L'AZOTE ET RECYCLAGE DE LA MATIERE ORGANIQUE

1- JUSTIFICATIFS

La fertilité des sols est, avec la pluviométrie, le premier facteur limitant impliqué dans la faible productivité des systèmes culturaux céréales-légumineuses dans la zone Nord du bassin arachidier. En conditions de sols pauvres, la production agricole > soumise aux aléas climatiques, subit la loi du "tout ou rien" En conditions fertiles, une production intéressante est possible, même sous un climat difficile (pour exemple les rendements de 1 t/ha de grains de mil obtenus en 1980 sur sols fertiles à Thilmakha, avec une pluviométrie de 250 mm) Donc l'état de dégradation des sols et le coût élevé des engrais minéraux au Sénégal constitue un frein au développement rural Les études menées dans cette opération visent à assurer la production en milieu rural, en allégeant au maximum les charges des paysans

2 - OBJECTIFS

L'objectif principal de l'opération de recherche est la régénération des sols dégradés et le maintien voire l'amélioration de la fertilité des sols sous culture continue Les objectifs spécifiques sont les suivants

- définir les techniques les moins coûteuses pour la régénération des sols afin de mieux valoriser les intrants.
- trouver des substituts partiels ou totaux aux engrais chimiques actuellement utilisés en agriculture par la valorisation des ressources naturelles (résidus de récolte, fumier compost, phosphate naturel et agroforesterie)
- améliorer la gestion des ressources naturelles afin de permettre une intensification des systèmes de production pour les rendre plus rentable et durable sur le plan économique, comme sur le plan écologique. Ceci constitue une étape indispensable pour assurer la sécurité alimentaire d'une population grandissante

3 - E T A T D'AVANCEMENT DES RECHERCHES ACQUIS ET PROBLEMES RENCONTRES

Les objectifs et les orientations de cette opération ont été définis en 1980 date à laquelle la majorité des essais concernant la gestion de la matière organique a été initié L'état de ces quinze dernières années de recherches et les acquis en résultant ont été résumés dans ce qui suit.

3.1. Etat d'avancement et acquis

Tous les résultats ont été obtenus durant cette dernière décennie, les principaux sont:

- La mise au point et la réalisation de techniques de compostage en milieu réel, la close de 3t/ha/an de compost à été proposée pour les céréales,
- et la dose de 3 à 4 t/ha/an de fumier de ferme pour les céréales et les légumineuses a été également été confirmée.

Les différentes études menées en milieu rural ont permis d'analyser la situation de la matière organique d'origine animale et végétale. Les résultats obtenus ont montré que la production de matière sèche est faible et très variable elle est comprise entre 0,2 et 4 t/ha/an. Cette quantité disponible peut être gérée rationnellement et apportée au champ. En collaboration avec les organisations non gouvernementales telles que Rodale, Winrock depuis 1990. le projet FIDA et les organisations paysannes (groupements féminins) depuis 1994. des essais participatifs ont été réalisés en milieu réel sur l'utilisation des résidus de cultures., du fumier et du compost produit par les paysans. Ces travaux sont actuellement conduits dans l'optique d'une gestion améliorée des ressources naturelles. menée grâce à une intégration plus poussée entre agriculture. élevage et foresterie au sein de systèmes de production plus performants et durables.

Le travail effectué par l'équipe montre que les pratiques culturales dont les effets ont été quantifiés à l'échelle de la parcelle, présentent des avantages indéniables. La plus efficace (utilisation et enfouissement de fumier ou compost) est difficilement généralisable par suite de faibles disponibilités en biomasse végétale, aggravées par les aléas climatiques et la pression foncière. Il est donc indispensable d'envisager une stratégie globale pour assurer l'amélioration et/ou le maintien durable du statut organique des sols, qui ne peut être mise en oeuvre qu'à l'échelle du terroir. Cela impliquerait

- des mesures de droit foncier incitant le paysan à investir à long terme sur les parcelles exploitées bien que la loi sur le domaine national ne l'y incite guère,
- l'association agriculture-élevage, en développant la culture des légumineuses fourragères utilisables pour l'alimentation du bétail et pour la fertilisation organique des sols,
- des aménagements de type agro-forestier prenant en compte les besoins en bois de chauffe de la population et permettant de protéger les parcelles contre l'érosion éolienne ainsi que contre la divagation des animaux, Ils doivent jouer un rôle de brise vent, tout en servant potentiellement de réserve fourragère et en favorisant la régénération des terres dégradées.

Tous les travaux entrepris dans cette opération et dans le programme gestion des ressources naturelles ont abouti à d'excellents résultats, qui ont été transférés en milieu réel.

L'ensemble des résultats obtenus par cette opération au cours des dernières années, s'est traduit par la réalisation de deux thèses de Doctorat Une troisième est actuellement en cours. Ces travaux ont confirmé la pertinence des actions de recherches menées et en cours

3 2. Problèmes rencontrés

En 1996, les problèmes rencontrés au niveau de l'opération ont essentiellement été d'ordre financier et matériel. En ce qui concerne le projet NRBAR, la mise en place tardive des fonds a retardé certaines activités Des problèmes de gestion du carburant et des véhicules au niveau du C.N.B.A. nous ont de plus handicapés alors que des activités étaient en cours en milieu paysan (suivi d'essais en milieu paysan, remplissage de fosses compostières, maraîchage de contre saison, embouche, transformation primaire des céréales)

4 . ACTIONS MENEES EN 1996

Les différentes actions de recherches menées en 1996 sont consignées dans le tableau suivant

Action	Objectifs	Pratiques	Age /ans	Lieu
A	Etude des effets des modes de gestion des terres en zone sahélienne sur les terres et l'évolution de leur bilan organique conséquences pour une production céréalière soutenue	Apport de différentes doses de fumier et de compost sur une rotation mil-arachide	5	Nioro (station)
A'	Etude de la réponse d'une rotation mil-arachide à la matière organique et des effets sur sol, et biomasse microbienne			Thyssé (PAPEM) Bambey (station)
B	Amélioration des rendements en milieu paysan: • par la mise au point de solutions techniques adaptées permettant de redresser la fertilité des sols	- Apports de fumure organiques et minérales sur rotation mil-arachide • Gestion de la matière organique (disponibilités, compostage, ...)	5	Ndiamsil Ndiakane NDiakael Dig Fintel
C	• par une gestion améliorée et durable des cycles des éléments minéraux, des matières organiques synthétisées et des revenus générés	Gestion de la matière organique (production de fumure améliorée en quantité et en qualité), intégration agriculture-élevage-foresterie	3	Groupements féminins de Bambey sérère (5)

Les actions visant la régénération des sols et l'économie de l'azote sont fondées sur la mise en oeuvre des pratiques possibles ou envisageables dans la zone étudiée qui sont les suivantes

l'utilisation et l'amélioration du fumier ou du compost, l'impact du travail du sol et de techniques culturales en milieu réel, la mise au point de stratégies intégrées permettant d'accroître la productivité globale des systèmes agricoles (association agriculture - élevage - foresterie)

Pour tous sites confondus, la pluviométrie annuelle a varié de 257 à 375 mm. Elle s'est caractérisée par des poches de sécheresse assez marquées, notamment en début et en fin de cycle

A / Etude des effets des modes de gestion des terres en zone sahélienne sur les termes et l'évolution de leur bilan organique.

Cette activité correspond au programme de thèse de Paula Fernandes Elle s'inscrit dans le cadre de l'Action Incitative Interinstitutionnelle « Systèmes de culture et comportement biologique des sols »

42 // Problématique. démarche adoptée et résultats attendus

Devant la dégradation alarmante des sols sous la pression humaine et animale, des systèmes alternatifs, privilégiant le recours aux amendements locaux, commencent à être diffusés en milieu paysan. Ce travail vise à évaluer l'impact agronomique et environnemental de pratiques telles que le compostage et l'emploi de systèmes biologiques novateurs (agroforesterie) en cherchant notamment à en quantifier les externalités et les bénéfices globaux

Les objectifs spécifiques sont d'assurer et d'optimiser- la capacité du sol à nourrir la plante (biodisponibilité des éléments nutritifs) tout en assurant la durabilité du système « sol-plante » (maintien de la fertilité), et de proposer des solutions réalistes et attr-actives pour le paysan Dans cette optique, le programme de recherche vise à développer et à approfondir nos connaissances sur les relations entre « activité biologique » et « disponibilité des nutriments », dans les systèmes de culture fondés sur un mode de gestion « minéral », « organique », ou « agroforestier »

La démarche scientifique adoptée présente quatre volets:

- 1/ description des agrosystèmes existants dans la zone, des freins et des adaptations possibles
- 2/ analyse in situ pour tenter d'identifier les déterminants qui font du sol un capital ressource, ainsi **que** les facteurs en cause dans la capacité du sol à assurer une stabilité de la production 'céréalière, voire à l'améliorer, par l'action des apports organiques exogènes de diverses natures.
- 3/ reproduction et analyse en milieu contrôlé qui permettra d'analyser les processus et si possible de les quantifier, afin d'en modéliser les actions et de mieux en connaître les déterminismes
- 4/ expérimentation en milieu réel afin de mettre à l'épreuve des pratiques culturales destinées à être recommandées. L'étude sera basée sur l'analyse de l'état de fertilité de parcelles différant par leur situation environnementale et par le choix de systèmes de cultures où le rôle des facteurs biologiques est, a priori, croissant. L'analyse du rendement et de l'alimentation hydrique et minérale d'une plante test permettra de juger de façon globale de l'état de fertilité. Cette analyse sera accompagnée d'une étude la plus complète possible de l'environnement « sol » et « système racinaire »

Les résultats attendus sont un progrès de nos connaissances sur le bilan organique selon les principaux modes de gestion des sols (minérale organique, agroforestière) et sur le rôle des fractions humiques sur l'activité biologique. Les perspectives d'application de ces recherches sont d'ordre agro-économique et agro-écologique à savoir

pour un objectif de rendement en céréales donné, déterminer la technique et le mode de gestion des sols les plus appropriés pour permettre de compenser les exportations et de limiter au mieux les pertes d'azote nitrique cause d'acidification des sols et de pollution des nappes' disposer de modèles de simulation de l'évolution des composantes de la fertilité du sol considéré comme capital ressource

422/ Travaux menés en 1996

Les travaux centrés à Bambey portent d'une part sur le suivi d'essais longue durée aux traitements déjà différenciés, et d'autre part sur la préparation des échantillons (en vue des analyses à Montpellier), la caractérisation du profil cultural, les analyses d'azote minéral et ¹⁵N, et sur la quantification de la biomasse microbienne. En parallèle à Montpellier, en collaboration avec le CIRAD et l'ORSTOM sont mises en œuvre des méthodes de fractionnement de la matière organique des sols (méthodes physiques et chimiques), des méthodes de caractérisation des sols et des matières organiques apportées au sol, des méthodes d'incubation et de culture en vases de végétation

En ce qui concerne les essais suivis en 1996, il s'agit de:

1/ L'essai « travail du sol x compost » de Thyssé-Kaymor (Modou SENE) destiné à l'étude de l'effet de techniques anti-érosives et de techniques amélioratrices du statut organique des sols sur les paramètres des rendements d'une rotation mil-arachide, et sur le sol (propriétés hydriques et pédologiques). La campagne 1996 a été consacrée à l'étude des arrière effets des 6 années de traitement sur une culture test, le maïs. Les traitements précédents ont été arrêtés, pour cette campagne test; il s'agissait des traitements suivants:

P1 nettoyé, sarclé (témoin paysan)

P2 non nettoyé, non sarclé (témoin absolu)

P3 nettoyé, décompacté en sec à la dent sarclé

P4 nettoyé, décompacté en sec à la dent, apport de 5 t MS/ha de compost, sarclé

Pi = P4 + reprise de travail (pseudobuttage/mil, sarclo-buttage de prélevée/arachide

P6 = P5 -- apport de 5 t MS/ha de compost à la reprise de travail

2/ L'essai « culture en couloir *Gliricidia*-Maïs » de Nioro (Mamadou NDIAYE) destiné à quantifier les possibles transferts d'azote entre les haies de *Gliricidia sepium* et une culture de maïs bénéficiant des émondes de la légumineuse arbustive. Les résultats de cette association sont comparés à une gestion plus classique de la culture de maïs comportant uniquement un apport d'engrais azoté. Les traitements ont été maintenus pour cette troisième année, afin de suivre les effets du mulch de *Gliricidia* sur la biomasse microbienne du sol, les facteurs influençant cette dernière (humidité volumique, températures du sol), et ses effets sur la minéralisation de l'azote.

3/ L'essai « Courbe de réponse à la matière organique d'une rotation mil - arachide » à Bambeï (Aminata BADIANE) destiné à étudier les effets à moyen terme d'un apport, tous les deux ans, de six doses de matière organique de deux types (fumier et compost de paille de mil aux doses de 0, 1,5, 3 ; 4,5, 6 t/ha) sur les rendements du mil et de l'arachide en rotation biennale. Ces doses avaient été choisies de manière à encadrer, pour les tester, les recommandations des services de développement qui préconisent un apport de matière organique de 3 t MS/ha une année sur deux, sur mil. Ces apports étaient associés à un apport de fumure minérale en début de culture (150 kg/ha de 14-7-7 pour le mil, 1 SO kg/ha de 8-18-27 pour l'arachide).

Les campagnes 1996 et 1997 doivent servir à l'analyse des arrière-effets des quatre années de traitements réalisées de 1992 à 1995. Cette analyse est réalisée grâce à un suivi régulier durant toute l'année des composantes physiques, chimiques et biologiques de la fertilité des sols et grâce à l'observation de l'état d'une culture test de mil. Chaque placette a été subdivisée en

deux moitiés la première servant à la poursuite du traitement, la seconde étant utilisée comme par-celle test ne recevant ni apport, ni travail du sol.

4222/ Paramètres étudiés pour les trois essais

Des prélèvements de sol sec, ont été effectués en fin de saison sèche, au sein des horizons 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-80 et 80-120cm. Les échantillons de départ ont également été récupérés pour caractériser l'état 0 des essais (particulièrement le statut organique du sol) et pour le comparer avec leur état actuel. Sur ces deux séries la caractérisation de la matière organique est réalisée, ainsi que les analyses physico-chimiques classiques (granulométrie, pHeau, pH Kcl, Ntotal, Ctotal, Ptotal, P assimilable, bases échangeables) Les prélèvements effectués en hivernage et dans le courant de la saison sèche portent sur les horizons 0-10 et 20-30 cm

Les paramètres physiques suivis sont : l'humidité volumique **du sol**, de 0 à 170 cm (mesures à la sonde neutronique, hebdomadaire en hivernage, mensuelles en saison sèche).

• la température du sol sur les horizons: 0-10 et 20-30cm

la densité apparente du sol (profils humide et sec)

des mesures tensiométriques couplées à des

prélèvements de solutions de sol à 1 m de profondeur

Les paramètres chimiques et biologiques sont **suivis sur** les échantillons de sol prélevés aux cinq stades clés de la culture en hivernage, et une fois par mois en saison sèche Il s'agit de

• la biomasse microbienne - C par fumigation-incubation

la teneur du sol en azote minéral

l'azote minéralisable in situ, dans l'horizon 0-10 cm (marquage ^{15}N à l'hyssop)

• la composition des échantillons de solution du sol prélevés à 1 m

• le dénombrement des nématodes dans l'horizon 0-10 cm

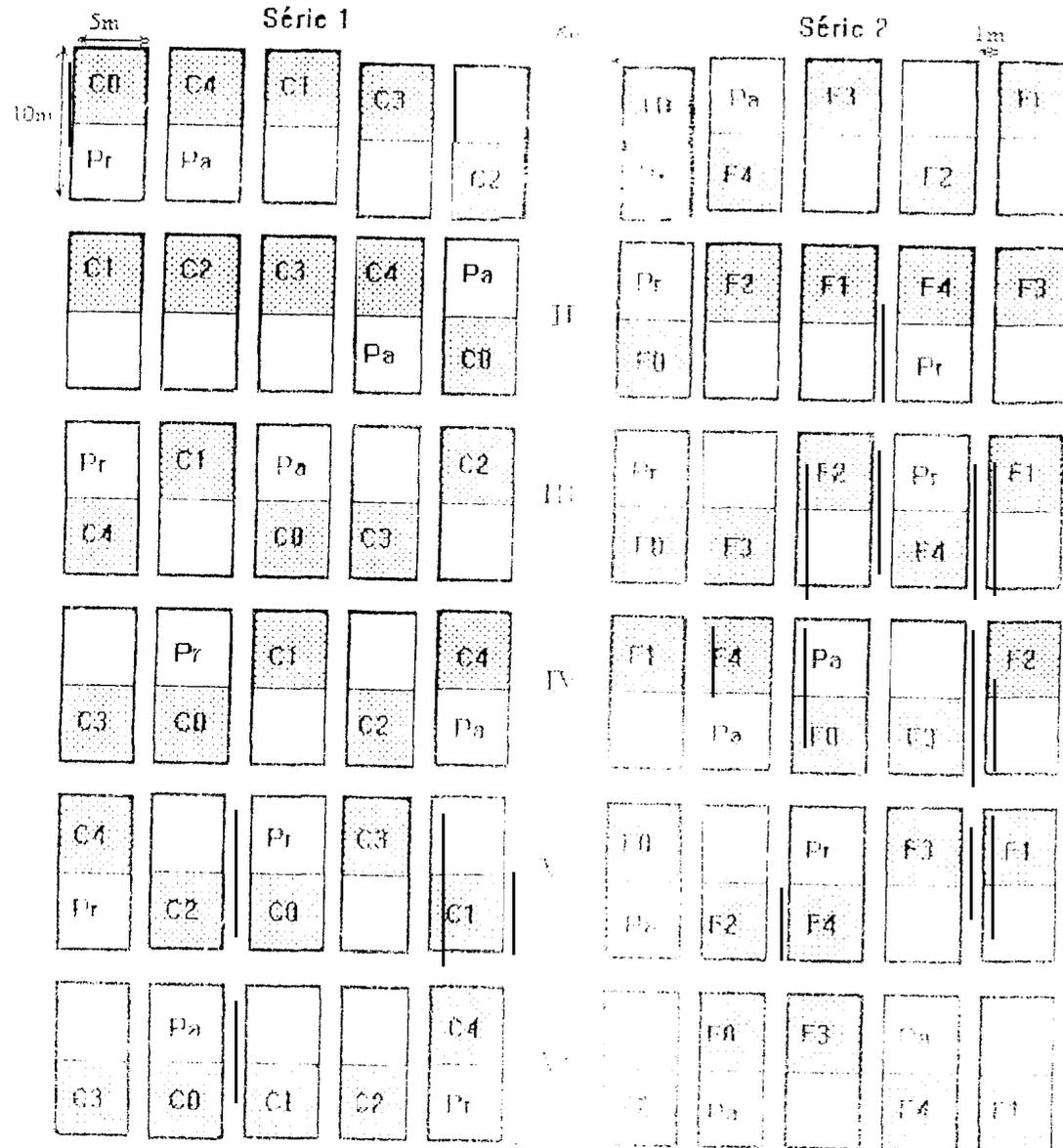
La culture a été suivie au cinq dates clés par le nombre de pieds/m², la hauteur des pieds. le nombre de feuilles, le nombre de talles, le nombre d'épis/m², le poids de 1000 grains Les rendements en pailles, épis et grains ont également été déterminés

423/ Résultats - Discussion

La collecte des données a été réalisée et se poursuit actuellement sur les sites Les analyses au niveau du laboratoire Sol N (Respirométrie, biomasses microbiennes, N total et minéralisable in situ / préparations d'échantillons ^{15}N) et du laboratoire ORSTOM (Nématologie Biomasse microbienne) sont en cours

La synthèse des premières données récoltées et centralisées par Paula Fernandes n'étant pas achevée, nous ne présenterons ici que les résultats en terme de rendements de l'essai « Courbe

Dispositif "Courbe de réponse à la matière organique"
CNBA de Bamhey - Sole V1



Traitements réalisés durant la campagne 1996

Série 1 - Compost (C)

Série 2 - Fumier (F)

Doses de matière organique apportées

C0, F0 = 0 t MS/ha

C1, F1 = 1,5 t MS/ha

C2, F2 = 3,0 t MS/ha

C3, F3 = 4,5 t MS/ha

C4, F4 = 6,0 t MS/ha

■ Sous-parcelle avec poursuite du traitement (matière organique et labour)

□ Sous-parcelle en culture-test (ni apport, ni travail du sol)

○ parcelle test de prélèvements
□ parcelle test de rendement

de réponse à la matière organique ». Ils complètent très utilement la série de données obtenues depuis 1992 par le service sol N sur cet essai.

Le plan du dispositif utilisé et présenté sur le graphique joint. Il est important de souligner ici que ce dispositif est conçu pour tester des doses soit de compost (série 1), soit de fumier (série 2) 11 ne permet nullement de comparer les effets du compost par rapport au fumier, étant donné la séparation en deux séries relativement éloignées et présentant des conditions édapho-climatiques légèrement différentes.

Les résultats de la campagne sont présentés dans le tableau suivant et les graphiques joints

Nombres d'épis, rendements en pailles, épis et grains de mil obtenus durant la campagne, pour les différents traitements appliqués jusqu'en 1995, mais pas en 1996

Apports de doses ↓	Fumier				Compost			
	Pailles (kg/ha)	Epis (kg/ha)	Grains (kg/ha)	Nb Epis/ha	Pailles (kg/ha)	Epis (kg/ha)	Grains (kg/ha)	Nb Epis/ha
T0: 0 T/ha	1080 a	992 a	269 a	63 ab	833 a	864 a	286 a	63 a
T1: 1,5 T/ha	1233 ab	856 a	506 ab	53 a	1078 ab	646 a	275 a	53 a
T2: 3 T/ha	1531 b	1671 b	994 c	75 b	845 a	654 a	271 a	52 a
T3: 4,5 T/ha	1550 b	1127 ab	618 ab	65 ab	889 a	648 a	247 a	57 a
T4: 6 T/ha	1461 b	1637 b	668 bc	73 b	1269 b	1469 b	591 b	89 b
C.V. %	20%	40%	49%	21%	25%	33%	51%	24%
L.S.D ($\alpha=5\%$)	329	608	363	16	295	345	204	13

(Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas différents significativement, au seuil de 5% (test de Newman et Keuls))

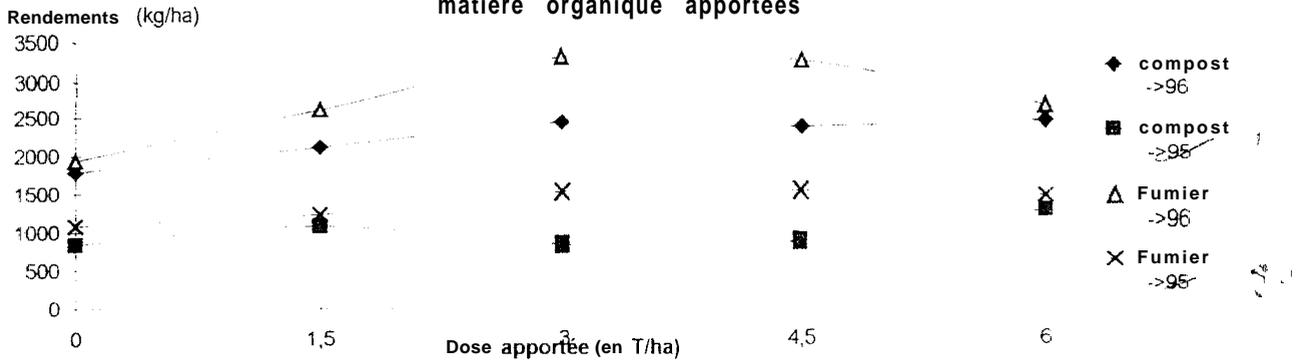
Nombres d'épis, rendements en pailles, épis et grains de mil obtenus durant la campagne pour les différents traitements appliqués jusqu'en 1996

Apports de doses ↓	Fumier				Compost			
	Pailles (kg/ha)	Epis (kg/ha)	Grains (kg/ha)	Nb Epis/ha	Pailles (kg/ha)	Epis (kg/ha)	Grains (kg/ha)	Nb Epis/ha
T0: 0 T/ha	1933 a	1857 a	1065 a	77 a	1783 a	1612 a	1017 a	85 a
T1: 1,5 T/ha	2609 b	2359 ab	1503 ab	93 ab	2116 ab	2188 b	1298 ab	105 bc
T2: 3 T/ha	3328 c	3225 d	2146 c	108 b	2441 b	2567 b	1672 b	118 c
T3: 4,5 T/ha	3266 c	2967 cd	1927 bc	103 b	2393 b	2513 b	1581 b	104 bc
T4: 6 T/ha	2659 b	2585 bc	1658 b	95 ab	2491 b	2465 b	1488 b	101 b
C.V. %	17%	19%	23%	16%	20%	21%	23%	13%
L.S.D ($\alpha=5\%$)	549	601	469	18	537	561	397	15

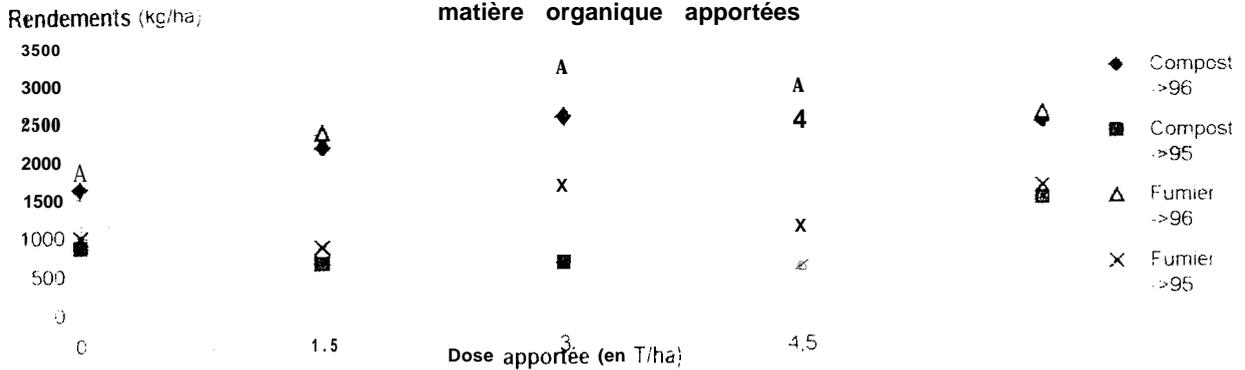
(Les chiffres suivis d'une même lettre ne sont pas différents significativement, au seuil de 5% (test de Newman et Keuls))

**Courbe de réponse à la matière organique
BAMBEY/CNBA - 1996 - MIL (Variété Souna III)**

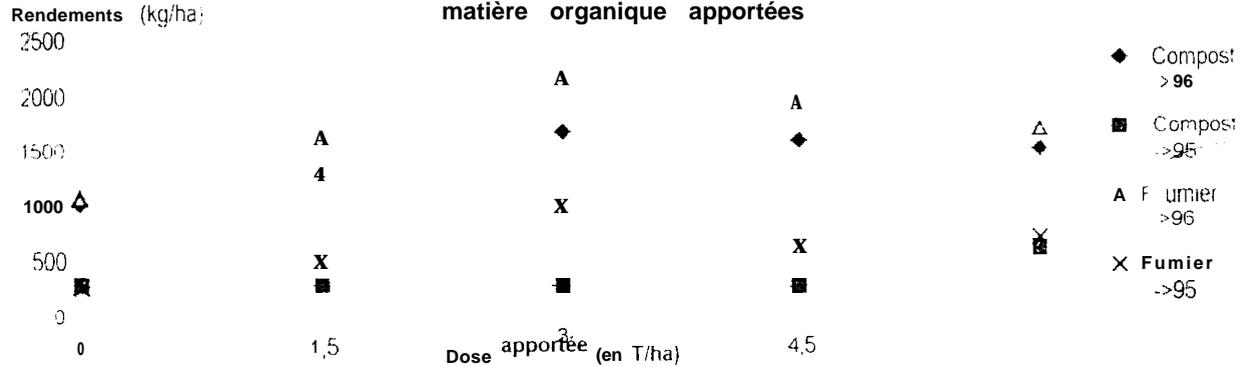
Rendements en pailles de mil pour les différentes doses de matière organique apportées



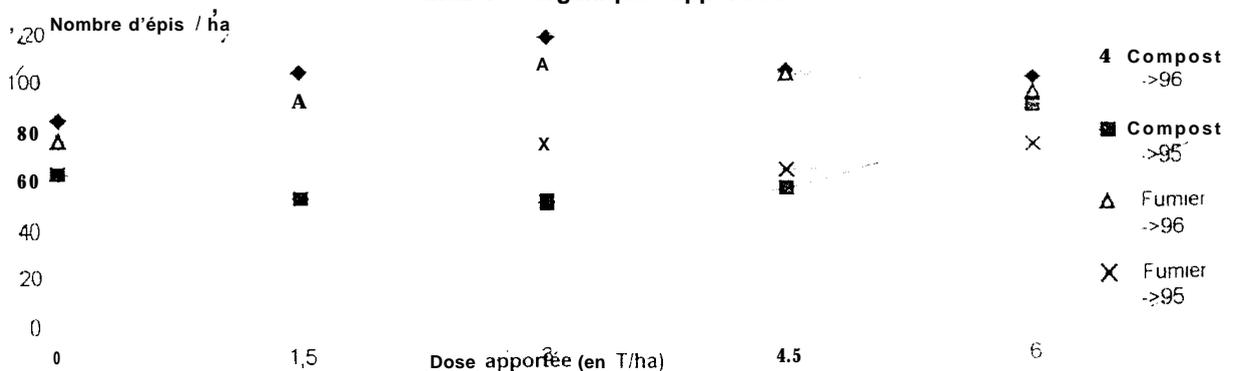
Rendements en épis de mil pour les différentes doses de matière organique apportées



Rendements en grains de mil pour les différentes doses de matière organique apportées



Nombre d'épis pour les différentes doses de matière organique apportées



Des rendements de l'ordre de 2,4 t/ha à 5,2 t/ha de matière sèche totale ont été obtenus avec la poursuite des traitements. Des rendements de l'ordre de 1,7 t/ha à 3,1 t/ha de matière sèche totale ont été obtenus pour les parcelles où les des traitements ont été suspendus cette année. On observe pour ces dernières des rendements en pailles, épis et grains qui correspondent à moins de la moitié de ceux obtenus avec apports continus. On observe cette différence également entre les deux moitiés du témoin. Elle peut trouver son explication dans le fait que les demi-parcelles test n'ont subi aucun travail du sol, alors que sur les autres un labour superficiel a été réalisé La dose de 3t/ha de fumier ou de compost? relativement faible: a donné les meilleurs résultats sur les rendements en pailles, épis et grains. pour le fumier et pour le compost Elle a de plus permis d'atteindre les nombre d'épis / ha maximums (jusqu'à ~~120 épis/ha~~)

Il semble que des doses de fumier plus fortes induisent un effet nettement moins intéressant sur les rendements Ceci peut s'expliquer- par le fait que, l'effet bénéfique des apports de matière organique est contrebalancé par un effet dépressif accru en cas de fortes doses, effet dus soit à des phénomènes de phytotoxicité, soit à une rétention de l'eau par la matière organique qui entre alors en compétition avec les besoins de la culture Dans le cas du compost ce phénomène est très peu marqué des doses de compost supérieures à 3t/ha produisent sensiblement le même effet que cette dose Il semble qu'à partir de 3t/ha on atteigne un pallier, correspondant vraisemblablement à un rendement maximum potentiellement atteint dans les conditions de l'essai en 1496 (conditions climatiques notamment, cf pluviométrie de l'année), avec le type de fumure utilisé

La courbe suivie par le nombre d'épis, est assez semblable avec apport de fumier et avec apport de compost dans les deux cas on observe une chute du nombre d'épis avec les fortes doses Dans le cas du compost, ce phénomène est probablement compensé par un poids de grains supérieur

L'allure de ces courbes, en cloche ou aplatie à partir de la dose de 3t/ha, est différente des courbes observées les années précédentes sur mil et arachide (courbes croissantes avec maximum vraisemblablement supérieur pour des doses supérieures à 6t/ha, cf courbes jointes) Seules les courbes de 1992 (et 1993 dans une moindre mesure) présentent une allure assez proche On peut expliquer cette dernière de la même façon, par les conditions climatiques difficiles de l'année (pluviométries faibles, cf. diagramme pluviométrique

Si l'on considère les parcelles test, en plus de l'effet attribuable au travail du sol, on note un effet résiduel des traitements assez marqué dans le cas du compost cet effet est uniquement visible pour les doses fortes 6t/ha, alors que pour le fumier, il est globalement croissant avec la dose. On peut interpréter ceci comme une utilisation différée des stocks d'éléments minéraux fournis par les apports et non minéralisés immédiatement

La matière organique a été apportée en année de mise
c.-à-d. en 1992, 1994 - 1996

l'analyse en 1993, 1995 n'a montré aucun effet
actuel, effets de ces apports

On observe également un pic de rendement pour la dose de 3t/ha de fumier apportée
seulement en 1995. Ce pic est difficilement interprétable, mais les analyses de sol devraient
nous fournir des éléments d'information utiles à son sujet.

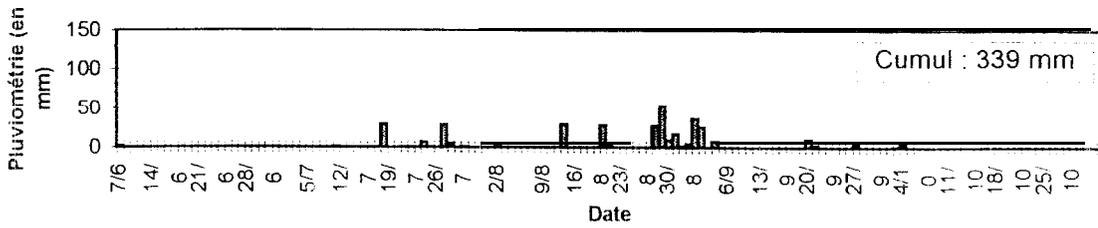
423/ Conclusion

Ces résultats montrent une fois de plus l'importance que peut avoir la matière organique dans
les systèmes de culture à faibles intrants de la zone.

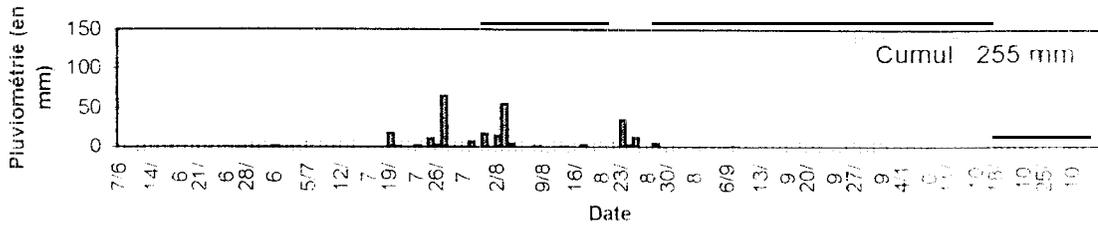
Si l'on considère les faibles disponibilités en matière organique en milieu réel, la dose de 3t/ha
peut être considérée comme correcte et facilement applicable tous les deux ans. Il semble de
plus qu'elle minimise les risques d'effet dépressif que pourrait avoir la matière organique

Pluviométries journalières à Bambey de 1992 à 1996

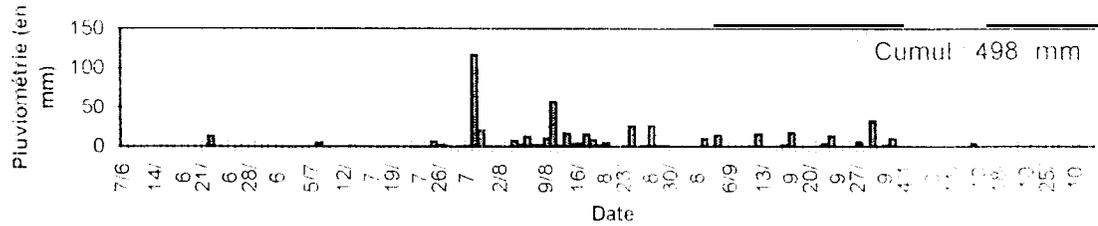
Pluviométrie à Bambey - Campagne 1992



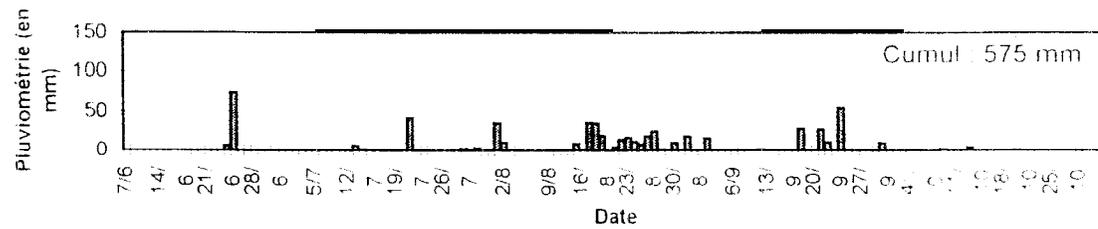
Pluviométrie à Bambey - Campagne 1993



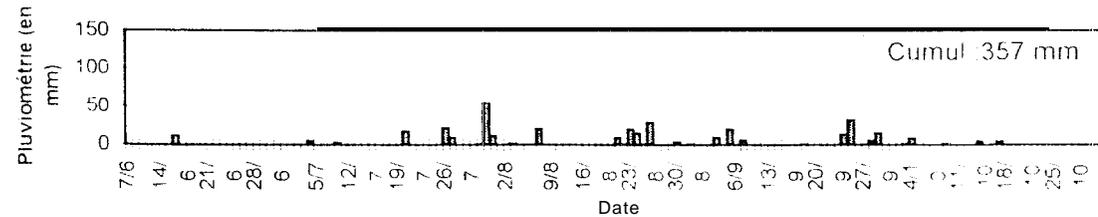
Pluviométrie à Bambey - Campagne 1994



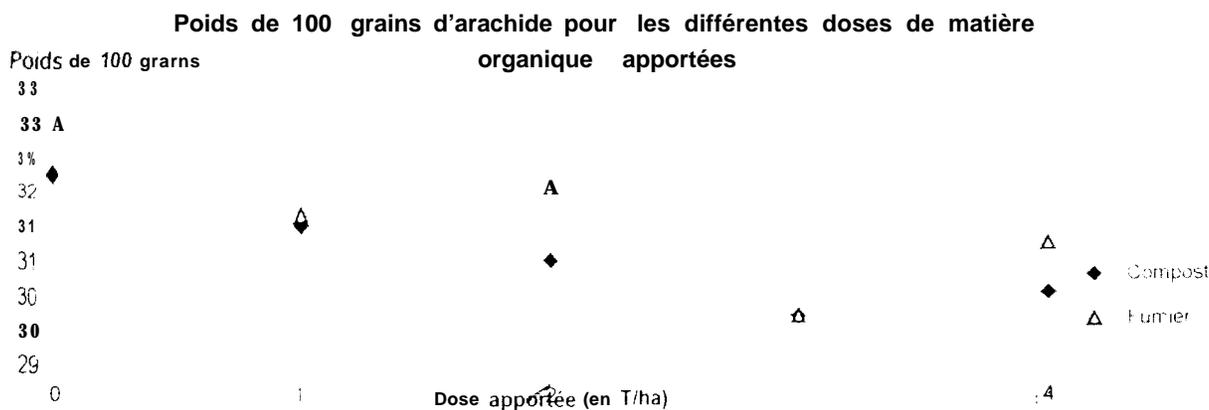
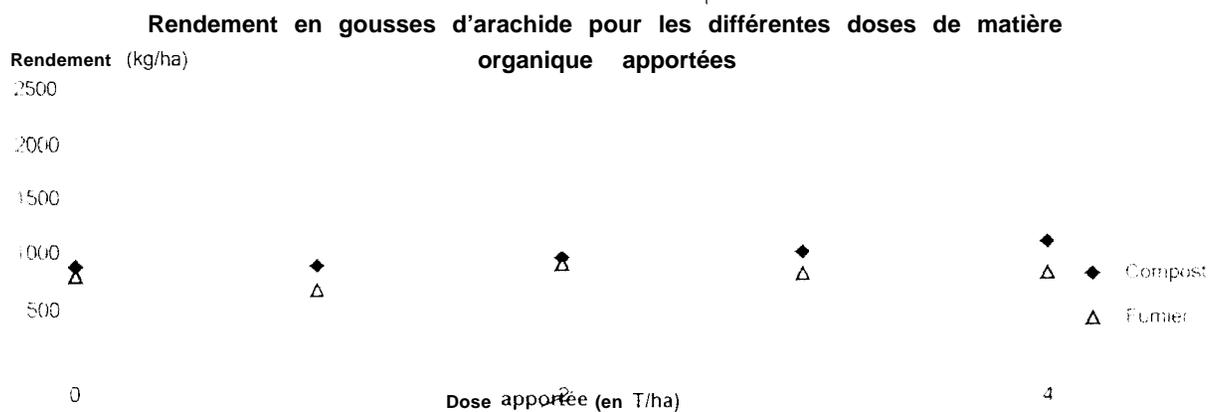
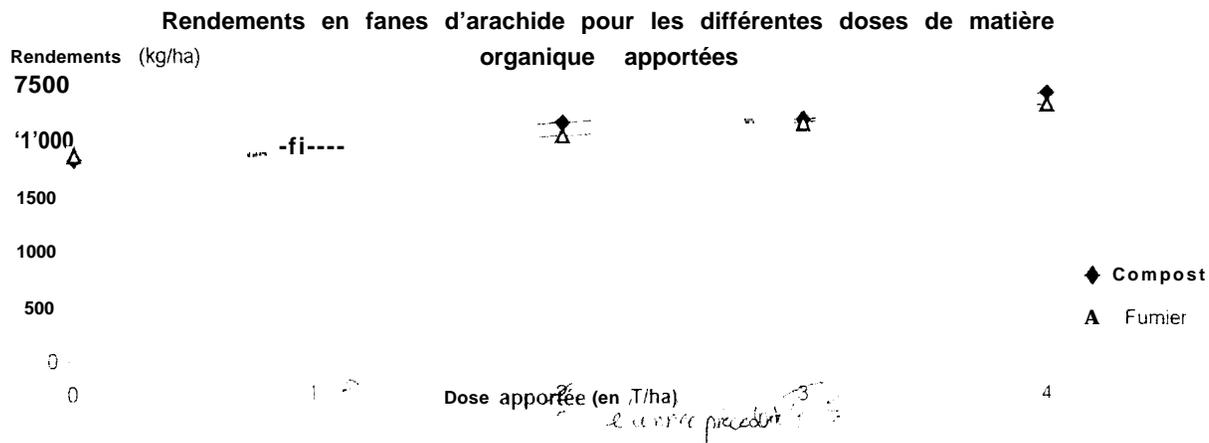
Pluviométrie à Bambey - Campagne 1995



Pluviométrie à Bambey - Campagne 1996

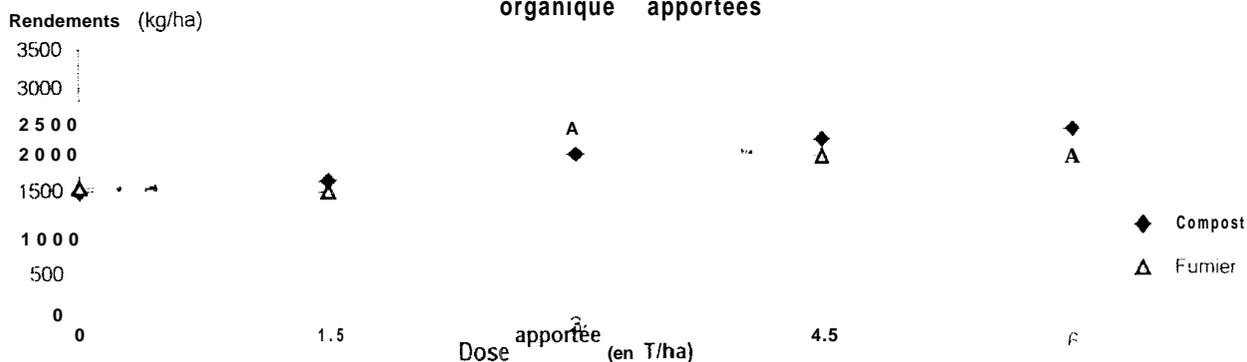


**Coube de réponse à la matière organique
BAMBEY/CNRA - 1995 - Arachide (variété 55-437)**

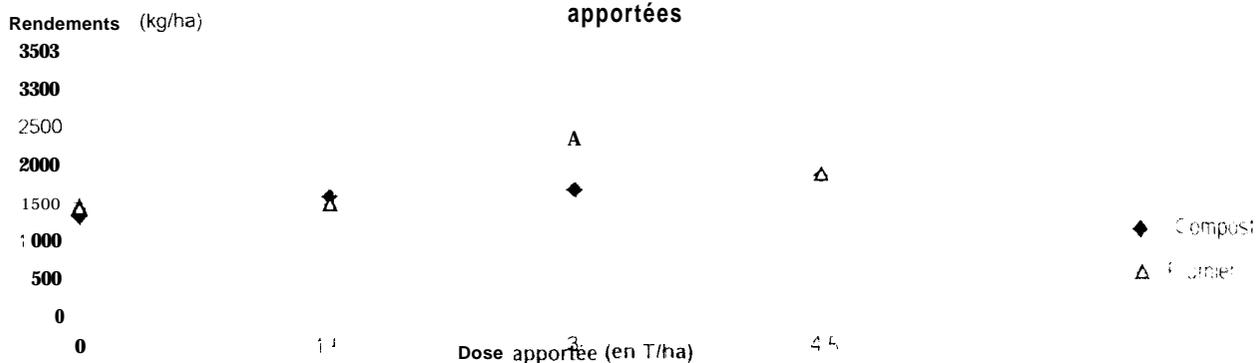


**Coube de réponse à la matière organique
BAMBEY/CNRA - 1994 - MIL (variété souna III)**

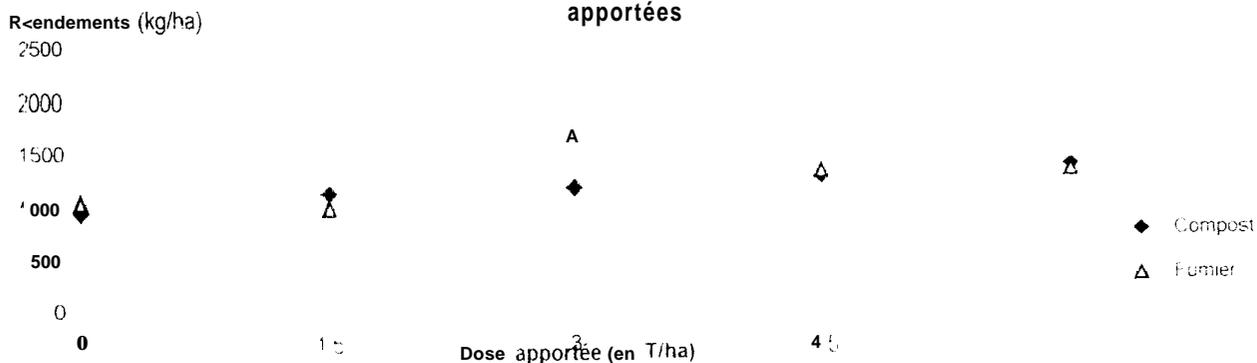
Rendements en pailles de mil pour les différentes doses de matière organique apportées



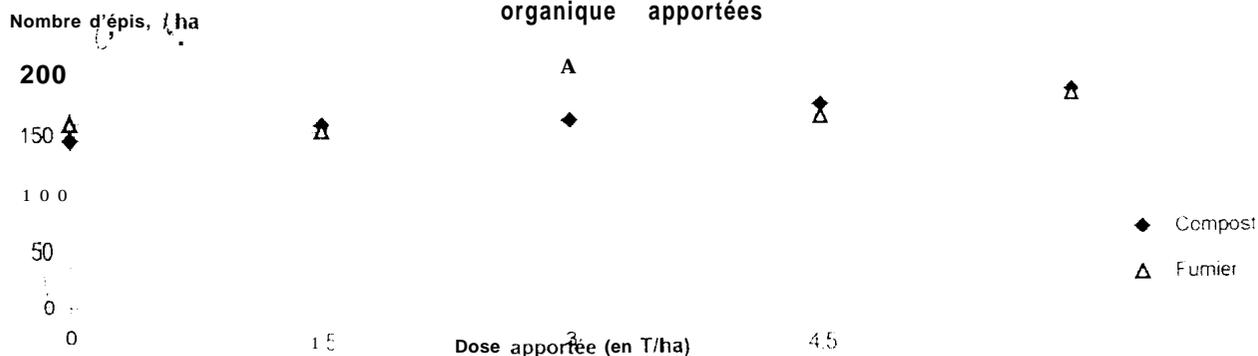
Rendements en épis de mil pour les différentes doses de matière organique apportées



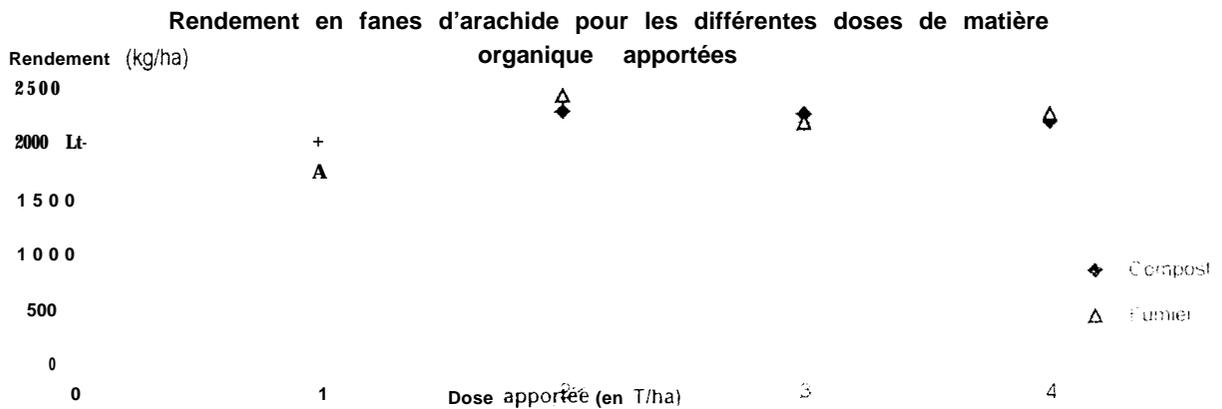
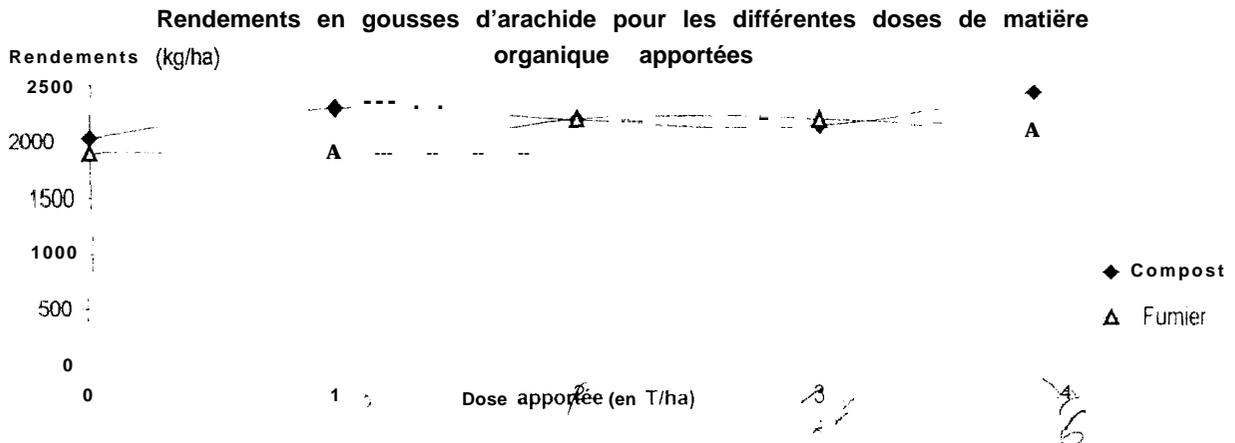
Rendements en grains de mil pour les différentes doses de matière organique apportées



Nombre d'épis de mil par hectare pour les différentes doses de matière organique apportées

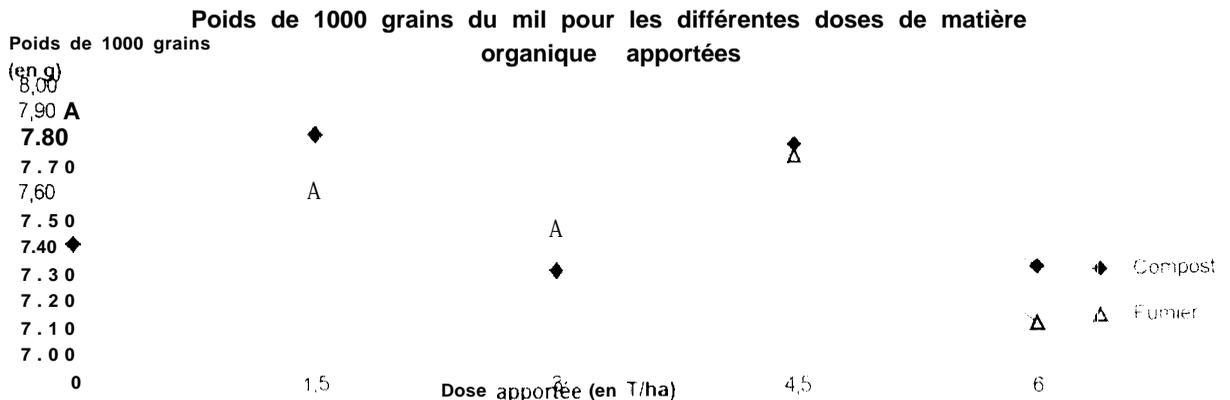
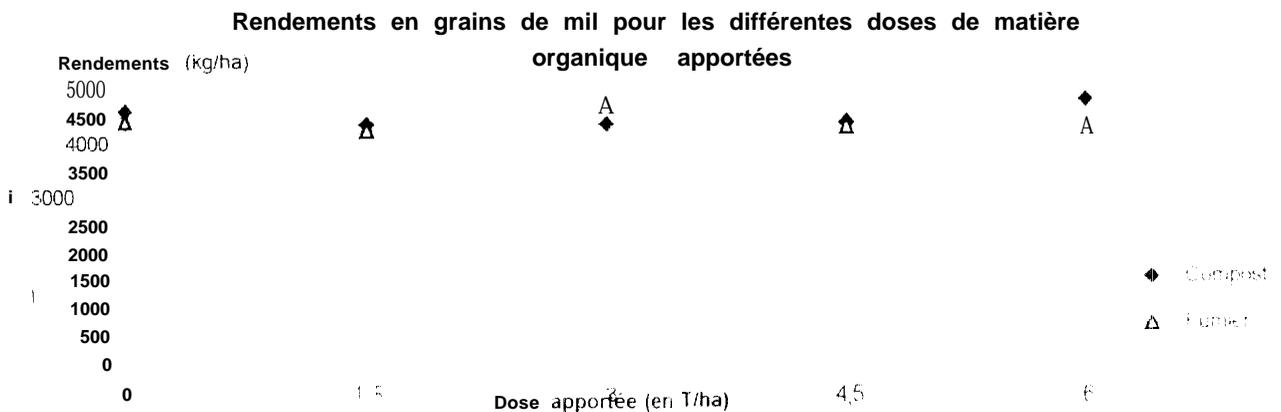
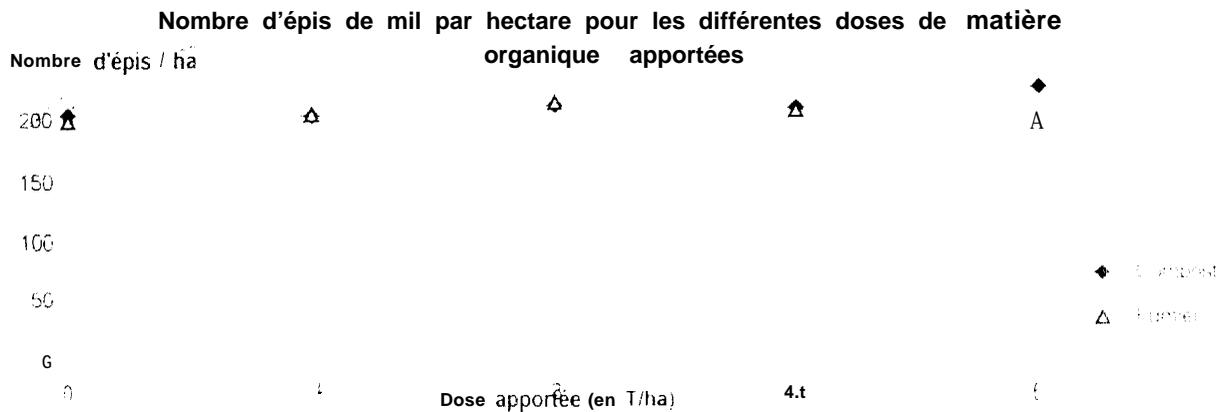
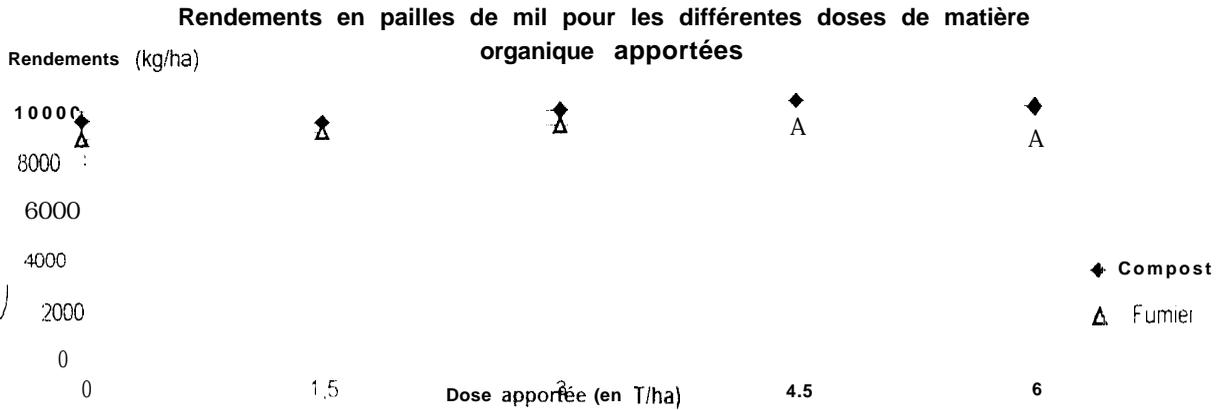


Coube de réponse à la matière organique
 BAMBEY/CNRA - 1993 - Arachide (variété 55-437)



Coube de réponse à la matière organique
BAMBEY/CNRA 1992 · MIL (variété Souna III)

de 1000 grains



B/ Amélioration des rendements en milieu paysan Volet agropédologie / projet agro-forestier FIDA Diourbel

I/ Introduction :

La finalité du projet agro-forestier FIDA de Diourbel était d'améliorer et de sécuriser les productions dans un espace régénéré et restauré. Il visait donc les systèmes agro-écologiques de la zone dans leurs dimensions physiques (ressources naturelles, climat) et humaines (socio-économie). La première étape consista en une caractérisation de ces systèmes. Lors de cette phase de la recherche d'accompagnement au projet FIDA, une enquête exploratoire a été menée sur l'ensemble des départements concernés (Bambey et Diourbel). Elle a permis de procéder à une typologie des différentes zones agroécologiques (cf Annexe 1 j). Un village a été retenu dans chacune des 7 zones identifiées, il devait servir de site d'expérimentation pour chacun des 3 volets concernés

La démarche globale adoptée, pour le volet agropédologie, fut de procéder à une analyse approfondie de la gestion des ressources naturelles dans le but de mettre au point des solutions techniques appropriées et adaptées permettant de redresser la fertilité des sols. Plus spécifiquement, il s'agissait de mettre en œuvre, en collaboration avec les volets agroforesterie et zootechnie, des stratégies de lutte contre la dégradation de la végétation arborée et herbacée en améliorant la gestion des fumures organiques, ceci compte tenu de l'utilisation non rationnelle en vigueur (KALISSA, 1991). L'approche retenue fut de privilégier l'objectif redressement de la fertilité des sols; considérant qu'il constituait une condition *sine qua non* pour le maintien, voire l'amélioration des productions agricoles tout en contribuant à la régénération des écosystèmes

Le travail du volet agropédologie a été mené en deux temps : une enquête approfondie au niveau d'un échantillon de villages représentatifs, puis des essais en milieu paysan visant à évaluer l'impact de différents types de fumures sur les sols et sur les rendements de rotations mil-arachide

II / Enquêtes destinées à la connaissance du milieu physique et humain

2.1 / Enquêtes et conclusions

(ces enquêtes ont été menées sur un échantillon repr-ésentatif de 63 exploitations (7 grandes exploitations, 7 moyennes, 7 petites dans trois villages Ndiémane, Ndjamsil, Ndiakane). elles ont permis une caractérisation assez approfondie du milieu physique et humain, notamment de 5 systèmes de production. (cf « Rapport de synthèse de l'enquête et des essais agronomiques menés en milieu paysan », A. BADIANE, M. SENE, P. ROBERT, 1993)

Elles ont révélé que les apports de matière organique aux cultures se faisaient essentiellement par le biais du parcage et par l'épandage de la poudrette issue d'écuries ou d'enclos de petits ruminants. Cette pratique a permis aux détenteurs de grands effectifs d'entretenir la fertilité de certains champs privilégiés. D'un village à l'autre, la fumure organique épandue allait de 0,36 à 2,7 charrettes par hectare pour l'arachide et de 0,82 à 4,6 charrettes par hectare pour le mil. La matière organique provenait essentiellement du carré (fumier + ordures ménagères et résidus de

culture) Mais son mode de gestion ne permettait pas d'améliorer, ni même de maintenir ses qualités et tout le fumier produit n'était pas utilisé. L'épandage débutait dès le mois de janvier et se faisait à la volée. Le compostage n'était pas pratiqué faute de connaissances techniques suffisantes

En conclusion, ces enquêtes ont révélé la faiblesse des quantités épandues, l'utilisation peu rationnelle des potentialités existantes et la nécessité d'une amélioration des modalités de production. Ceci était d'autant plus frappant qu'en l'absence de possibilités d'apport d'engrais, les paysans étaient conscients de l'intérêt de la fumure organique pour améliorer les rendements des cultures (avec cependant une réserve dans le cas de conditions d'alimentation hydrique critiques). Cette situation contradictoire peut trouver son explication dans l'espoir qu'ils nourrissent toujours quant à une éventuelle reconduction de la politique de crédits pour les intrants. Un tel état d'esprit en milieu paysan n'est guère favorable à une sécurisation des productions agricoles. Cette dernière passe par une régénération permanente: du milieu s'appuyant notamment sur une gestion améliorée des flux de matières organiques (même dans l'hypothèse d'apports d'engrais rendus possibles par crédits)

D'un point de vue plus large, ces enquêtes ont révélé l'environnement physique et biologique fortement menacé et amoindri par une surexploitation, aggravée par les régimes pluviométriques de ces dernières décennies. La forte pression anthropique sur le milieu, combinée à la baisse persistante des productions, pose le problème de la durabilité de cet équilibre précaire.

La gestion des restitutions organiques est apparue comme un point crucial pour parvenir à un équilibre des écosystèmes, surtout dans le Nord Bassin Arachidier où les conditions pédoclimatiques et les systèmes de production en vigueur favorisent plutôt un appauvrissement en biomasse végétale.

22 / Recommandations

Ce travail préliminaire a conduit à proposer quelques recommandations visant à reconstituer l'équilibre écologique tout en améliorant le potentiel productif des milieux cultivés.

Favoriser l'implantation et la protection de certaines espèces arborées, en particulier le KAD (*Faidherbia albida*) pour son rôle à jouer dans l'amélioration des sols (enrichissement en azote, en matière organique, et de l'activité biologique à son voisinage)

Favoriser l'implantation d'espèces arborées et herbacées fourragères participant au maintien de la fertilité, protégeant les sols contre l'érosion et participant à une alimentation plus riche du bétail.

- éviter tout ce qui peut conduire à la dégradation prématurée des matières organiques: exposition prolongée au soleil (volatilisation de l'azote) et à la pluie (lessivage des éléments minéraux). Il faudrait donc garder le fumier - en tas, de préférence recouvert par un toit, une couverture d'herbe et/ou une couche de terre.

- il est également possible de mettre à composter les résidus végétaux afin de favoriser leur recyclage organique plutôt que leur perte (notamment par brûlis).

Des apports de matière organique améliorés sont susceptibles de permettre une meilleure rétention en eau et en éléments minéraux au sein des horizons exploités par les plantes, d'accroître la fertilité chimique et biologique des sols et de limiter les phénomènes d'érosion en améliorant la structure des sols.

III / Essais participatifs en milieu paysan

31 / Objectif

La finalité de ces essais était l'accroissement de la fertilité des sols dans le but d'améliorer la productivité agricole et la régénération des écosystèmes.

Plus spécifiquement, ces essais participatifs menés en milieu paysan de juin 1992 à décembre 1996 avaient pour but :

- de proposer un type de fumure le plus adapté possible aux conditions locales (physiques et économiques), susceptible d'accroître efficacement les rendements et la fertilité des sols.
- de proposer une gestion améliorée des matières organiques,
- d'étudier et de comparer en milieu réel les effets de différents types de fumures organiques, minérales et organo-minérales, sur les rendements, sur la fertilité et sur les propriétés hydrodynamiques des sols

32 / Matériel et méthodes

321 / Choix des Sites

La pérennisation du dispositif était requise, compte tenu du temps nécessaire pour atteindre un équilibre stable au niveau du statut organique des sols (une dizaine d'années d'après GANRY 1990), d'où l'attention portée au choix des sites.

Dans cette perspective, le principe de base qui a guidé le choix des sites d'expérimentation au niveau des villages était l'implication la plus poussée possible des paysans. A la suite d'explications, et d'opérations de sensibilisation, le choix s'est finalement porté sur les paysans suivis par le projet et gérant une parcelle de mise en défens

Ceci permettait de travailler- dans des conditions semi-contrôlées grâce aux haies vives servant de **clôture**

- dans des sites facilement repérables, rendant les visites aisées

Quatre villages ont finalement été retenus Ndiakane Fintel, Ndiamsil, Ndiakav el (cf plan de situation)

Dans chaque village deux parcelles, appartenant à deux paysans différents ont été choisies (cf document sites et traitements)

322 / Dispositif

Les dispositifs pérennes mis en place en 1992 ont été utilisés jusqu'en 1996. Sur les quatre villages encadrés Fintel, Ndiamsil, Diakael-Dig et Ndiakane, seuls les trois derniers ont fait l'objet d'essais en 1995 et les deux derniers en 1996. En effet, la lenteur de mise à disposition des fonds, allée à un manque de sérieux de certains paysans a amené à supprimer le site de Fintel en 1995. La campagne 1996, non prévue initialement, a pu être menée dans deux villages, grâce aux reliquats disponibles. Elle a permis d'étudier une campagne aux caractéristiques climatiques différentes des précédentes, et une étape ultérieure dans l'évolution des sols (effets cumulatifs sous l'influence des différents traitements)

Sites et Traitements

Sites d'essais de 1992 à 1996

Numéro	Village	Paysan	1992	1993	1994	1995	1996
1	Ndiakayel	Modou DIAGNE	arachide	mil	arachide	mil	arachide
2	Ndiakayel	Modou KABE	mil	arachide	mil	arachide	mil
3	Ndiakane	Aliou DIOUF	arachide	mil	arachide	mil	arachide
4	Ndiakane	Abdou FAYE	mil	arachide	mil	arachide	mil
5	Ndiamsyl	Magatte DIOP	arachide	mil	arachide	(mil)	
6	Ndiamsyl	Saliou DIOUF	mil	arachide	mil	arachide	
7	Fintel	Diegane NGOM	arachide	mil	arachide		
8	Fintel	Tafsir LO	mil	arachide	(mil)		

↑
test de l'effet
résiduel
en demi parcelles

↑
test de l'effet
résiduel
en demi parcelles

Enquêteur: Ibrahima NDIAYE pour les sites 1,2,7,8
Enquêteur Mamadou BA pour les sites 3.4.5.6

Impost depuis 1994 sur les sites 1,2,4,8

Traitements

T N°	Apport de fumier (t/ha)	Apport d'engrais (*)	Fréquence des apports de matière organique: tous les ans(1) ou tous les 2 ans(2)
0.1	0	0	1
1.1	2,5	0	1
2.1	5	0	1
3.1	0	1	1
4.1	2,5	1	1
0.2	0	0	2
1.2	2,5	0	2
2.2	5	0	2
3.2	0	1	2
4.2	2,5	1	2

(*) 1 <=> 150 kg/ha de 14-7-7 et 100kg d'urée pour le mil, écartement 0,9 x 0,9
150 kg/ha de 8-1 8-27 pour l'arachide, écartement 0,45 x 0,15

Chaque village disposait de deux parcelles constituant deux séries de 3240 m², l'une en rotation mil-arachide et l'autre en rotation arachide-mil.

Le dispositif expérimental était en bloc de Fisher avec 5 traitements répétés 3 fois chacun donnant lieu à 15 parcelles élémentaires ou placettes (cf plan du dispositif).

Traitements: T0 - Témoin
 T1 - Apport de fumier (2,5 t/ha)
 T2 - Apport de fumier (5 t/ha)
 T3 - Fumure minérale recommandée
 T4 - Fumure minérale recommandée + fumier- (2,5 t/ha)

La fumure recommandée pour le mil est de 150 kg/ha de 14-7-Ï + 100 kg/ha d'urée, pour l'arachide elle est de 150 kg/ha de 8-18-27. A partir de 1994, grâce à la mise en place de fosses compostières, le fumier a été remplacé par du compost chez les paysans qui en disposaient.

En 1993 et 1995, les placettes recevant les traitements 1, 2, et 4 ont été subdivisées en 2 sous-placettes, l'une recevant un apport continu de fumier et l'autre ne recevant rien (T1 2, T2 2), ou seulement la fumure minérale recommandée (1'4 2). Cette division devait permettre l'étude des effets résiduels des apports de fumier de la campagne précédente sur les rendements des cultures.

Les apports de fumure ont toujours été effectués avant les semis. Le choix des dates des interventions telles que les semis et le démarrage a été laissé aux bons soins des paysans. Pour éviter l'enherbement, les dates de sarclage étaient fixées pour tous les essais. Afin de contrôler une source de variabilité potentiellement importante, les semences ont été fournies par la recherche.

323/ Mesures - Observations

Les mesures ont porté sur les paramètres suivants pour les cultures:
densité à la levée, densité à la récolte.

- poids des épis, des pailles et des grains pour le mil
- poids des gousses et des fanes pour l'arachide

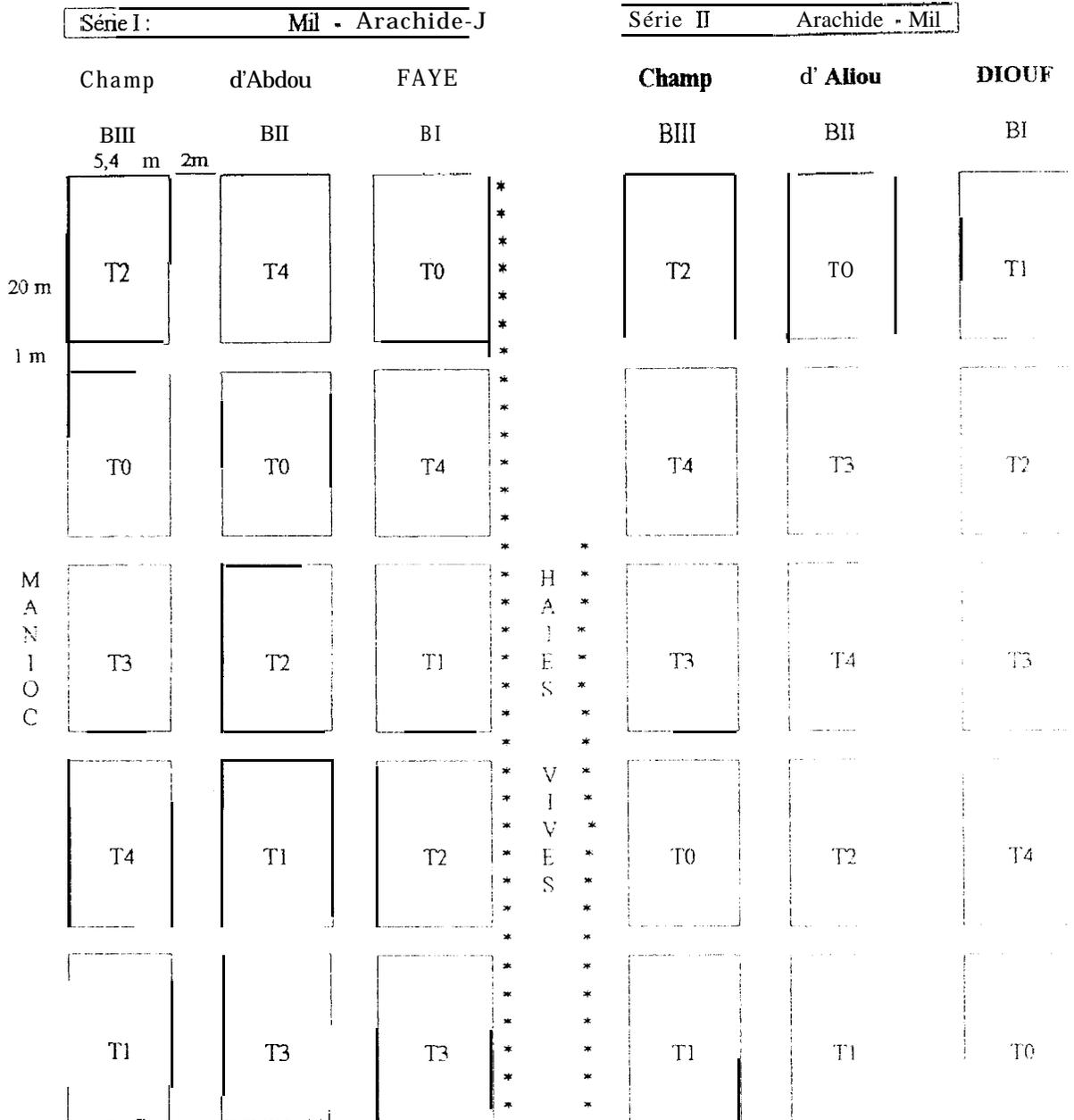
Elles avaient pour but d'apprécier le comportement des cultures en fonction des différents traitements testés.

Afin d'évaluer les bilans minéraux, des analyses de sols ont été réalisées:

- avant la première année de culture sur chaque par-celle d'essai
 - après la dernière culture pour chaque demi-placette des parcelles de Ndiakane et Ndiakayel
- Des analyses de fumier ont également été effectuées avant la première campagne (juin 1992).

La perméabilité souvent excessive des sols sableux dégradés dans la zone entraîne, en cas de forte pluviométrie, la percolation profonde d'eau pluviale. Cette eau est alors perdue pour les cultures par drainage et peut entraîner avec elle certains éléments minéraux, notamment ceux apportés par les engrais. L'apport de matière organique peut jouer sur ces phénomènes, soit en stimulant la croissance racinaire des plantes cultivées (CISSE 1086), soit en améliorant la capacité de rétention en eau du sol.

Dispositif des essais à Ndiakane
 Projet FIDA - Recherches d'accompagnement en milieu paysan - Volet agropédologie.



Traitements:

TO : Témoin, 0 tonnes de fumier par hectare (poids en matières sèches)

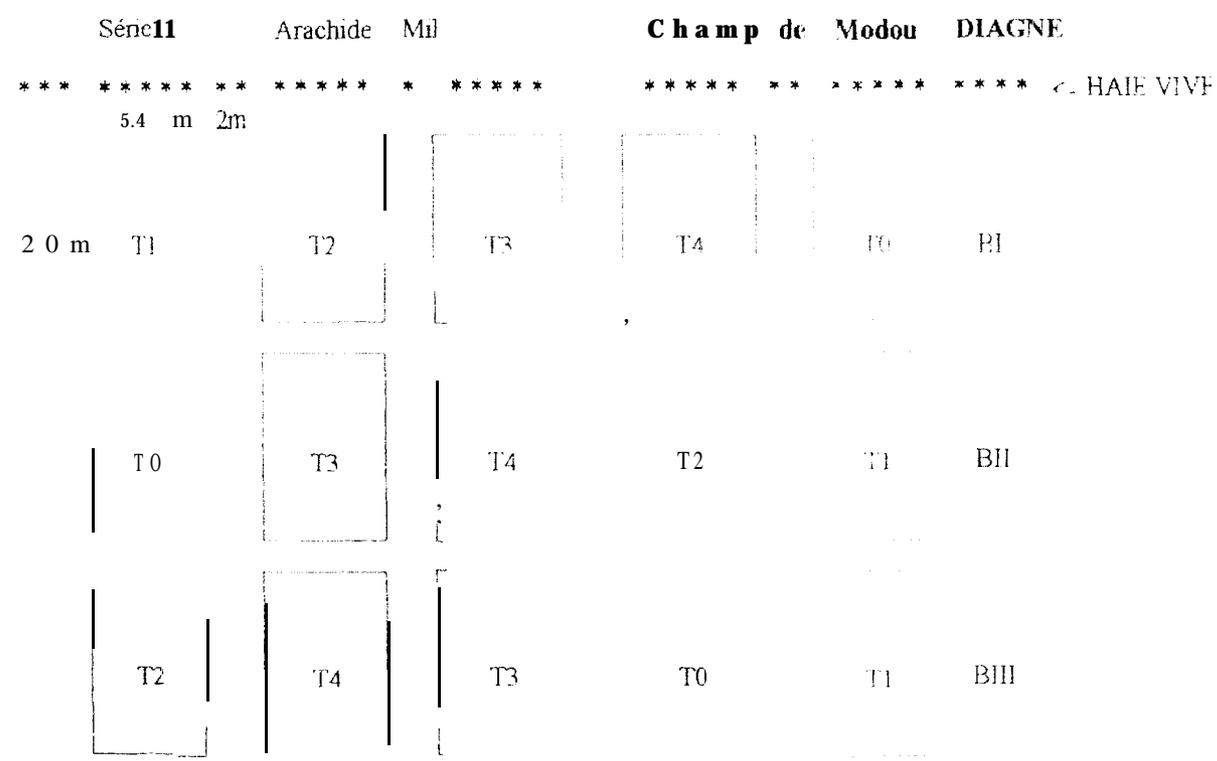
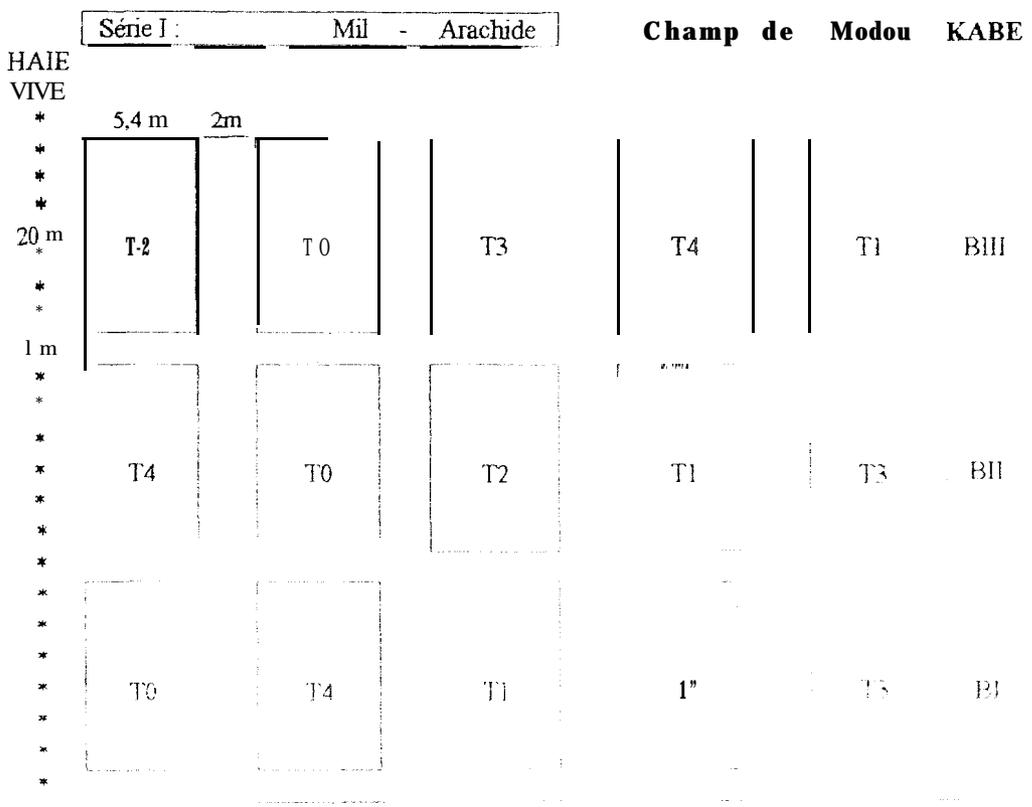
T1 : Fumier 2,5 t/ha

T2 : Fumier 5 t/ha

T3 : Fumure minérale vulgarisée (150 kg/ha de 14-7-7 + 100 kg/ha d'urée pour le mil, 150 kg/ha de 8-18-27 pour l'arachide)

T4 : Fumure minérale vulgarisée + Fumier 2,5 t/ha

Dispositif des essais à Ndiakayel
Projet FIDA - Recherches d'accompagnement en milieu paysan - Volet agronomique.



Traitements:
 T0 : Témoin, 0 tonnes de fumier par hectare (poids en matières sèches)
 T1 Fumier 2,5 t/ha T2 Fumier 5 t/ha
 T3 : Fumure minérale vulgarisée (150 kg/ha 14-7-7) + 100 kg/ha d'urée sur mil, 150 kg/ha X-1X-17 sur arachide)
 T4 : Fumure minérale vulgarisée + Fumier 2,5 t/ha

Pour tenter d'appréhender l'effet des apports répétés de matière organique sur les transferts d'eau dans un sol sous cultures, on s'est intéressé à l'étude des profils hydriques

Cela fut réalisé grâce à des prélèvements de sols avec détermination des humidités pondérales tous les 10 cm, pour des profondeurs allant de 5 cm au front d'humectation. Ces mesures effectuées trois fois en cours de cycle, comportaient trois profils par placette des traitements contrastés T0 et T2 (traitement sans aucun apport et traitement avec dose maximum de fumure organique).

Afin d'interpréter les données de rendements et les profils hydriques, des suivis journaliers de la pluviométrie ont également été réalisés grâce à l'implantation et au suivi de pluviomètres à partir de 1993.

33/ Résultats - discussion

33 1/ Campagne 1996

33 1 1/ Sites d'étude et pluviométrie en 1996 (cf annexe B 1)

En 1996, il a été possible de mener les essais dans deux villages. Ndiakane et Ndiakayel. Les deux parcelles de chaque site ont été suivies. Les données de rendements de la parcelle d'arachide de Ndiakane n'ont cependant pu être retenues en raison des dégâts causés par le passage d'un cheval, alors que les moyettes étaient en cours de séchage. On retiendra cependant que la parcelle a connue la poursuite des mêmes traitements avec une culture d'arachide, comme le site de Ndiakayel. Les résultats des analyses de sol par placettes seront donc utilisables pour l'interprétation.

A Ndiakayel, les rendements ont été mesurés par demi-placettes (désignées par 1 et 2), bien que les traitements aient été les mêmes sur les deux moitiés d'une placette. Ceci afin d'évaluer la différence que pouvait apporter les traitements antérieurs (2 ou 4 années avec apports de MO).

De juin à octobre, les pluviométries relevées sur les différents sites sont faibles. Elles vont de 275 mm à Ndiakayel à 305 mm à Ndiakane. On a assisté à une mauvaise répartition pluviométrique.

- faibles pluviométries en début de cycle, suivies de périodes de sécheresse ayant entrainé jusqu'à trois semis de mil successifs
- les cultures ont de plus rencontré par la suite des poches de sécheresse d'une dizaine de jours en août et en septembre, alors que les stocks en eau du sol ne s'étaient que faiblement rechargés
- en fin de cycle la sécheresse s'est encore fait sentir et a sévèrement compromis le bon remplissage des grains de mil et plus encore des gousses d'arachide

33 1 2/ Résultats Discussion

L'ensemble des résultats de la campagne 1996 sont consignés dans les tableaux suivants et sont reprises dans les graphiques de rendements en annexe B2 et B3.

Tableau B1: Rendements en kg/ha des parcelles paysannes à Ndiakael (zone de Diourbel), en 1996

Techniques culturales ↓	Traitements ↓	Mil			Arachide	
		Pailles	Epis	Grains	Fanes	Gousses
Apport de matière organique Interrompu en 1995 et 1993	0.2	1422	653	349	1984	276
	1.2	2131	899	592	1889	214
	2.2	2805	11x0	600	2238	437
	3.2	2449	1016	547	2608	242
	4.2	2923	1329	782	2294	288
	Coefficient de variation	26%	23%	20%	49%	56%
	L.S.D. (α=5%)	1132	444	211	2017	307
	Trait. significatif	NS	S	S	NS	NS
Apport continu	0.1	1541	688	444	1794	310
	1.1	2339	977	584	1615	220
	2.1	2489	954	543	2628	427
	3.1	2844	1118	679	2639	242
	1.1	3437	1306	807	2423	242
	Coefficient de variation	16%	13%	18%	31%	58%
	L.S.D. (α=5%)	740	246	209	1310	315
	Trait. significatif	HS	HS	S	NS	NS

S : Effet significatif des traitements pour α=5%

HS : Effet hautement significatif des traitements pour α=1%

NS : Effet non significatif des traitements pour α=5%

Tableau B2: Rendements en kg/ha de la parcelle de mil de Ndiakane (zone de Bambey) en 1996

Traitements ↓	Mil		
	Pailles	Epis	Grains
0	3669	718	370
1	3155	953	494
2	2503	850	432
3	3155	1132	734
4	4732	1646	848
Coefficient de variation	34%	45%	47%
L.S.D. (α=5%)	2173	483	935
Trait. significatif	NS	NS	NS

S : Effet significatif des traitements pour α=5%

HS : Effet hautement significatif des traitements pour α=1%

NS : Effet non significatif des traitements pour α=5%

En ce qui concerne le mil, les résultats de l'année montrent globalement un effet positif des apports de matière organique sur les rendements en épis et en grains, ainsi qu'un effet plus mitigé sur le rendement en pailles (respectivement +38%, +36% et +5% pour 2,5 t/ha et +41%, +31% et 0% pour 5 t/ha).

A Ndiakayel, l'effet a été nettement positif sur les rendements, la production de grains étant multipliée par 1,5. Cet effet apparaît de plus croissant avec la dose pour les rendements en pailles (+51% et +79%) et en épis (+40% et +59%). Les niveaux atteints correspondent à environ 500 kg de grains, pour 2,5 tonnes de pailles.

A Ndiakane, par contre, les effets ont été moins marqués, pour des niveaux de production supérieurs. Il semble que l'apport de matière organique ait eu un effet dépressif sur le rendement en pailles, et ce d'autant plus que la dose était forte (respectivement -14% et -32% pour des doses de matière organique de 2,5 et 5 t/ha). On note cependant une amélioration des rendements en épis et en grains de l'ordre de +33% et +17% pour les deux doses apportées.

A Ndiakayel, les améliorations de rendements en pailles, épis et grains par rapport au témoin ont été du même ordre de grandeur avec fumure minérale seule et avec apport de matière organique seule. A Ndiakane, elles ont été légèrement supérieures. Globalement on a obtenu +76%, +58% et +13% pour pailles, épis et grains. On a pu observer le même effet dépressif sur la production de pailles à Ndiakane, mais les rendements en grains ont par contre été nettement améliorés (+98%).

Enfin, le couplage Fumure minérale + fumure organique (2,5 t/ha) a, cette année encore, fourni les améliorations les plus conséquentes +54%, +113% et +114% pour pailles, épis et grains. Ce traitement a permis d'atteindre des rendements de 1,5 t de grains. Comme les années précédentes, cette fumure apparaît comme étant de loin la meilleure pour le mil. De plus, il semble que d'années en années sa supériorité sur la fumure minérale seule s'affirme.

En ce qui concerne l'arachide, l'effet des différents traitements est moins net. On note cependant une amélioration d'environ +45% du rendement en gousses pour le traitement 2 (5 tonnes de compost/ha), par rapport au témoin. Pour tous les autres traitements, on observe des rendements en gousses inférieurs de 20% à ceux du témoin. Les traitements avec fumure minérale ont permis d'obtenir des rendements en fanes supérieurs d'un tiers à ceux du témoin, et du même ordre que ceux obtenus avec 5 t/ha de compost.

332/ Synthèse par rapport aux campagnes précédentes

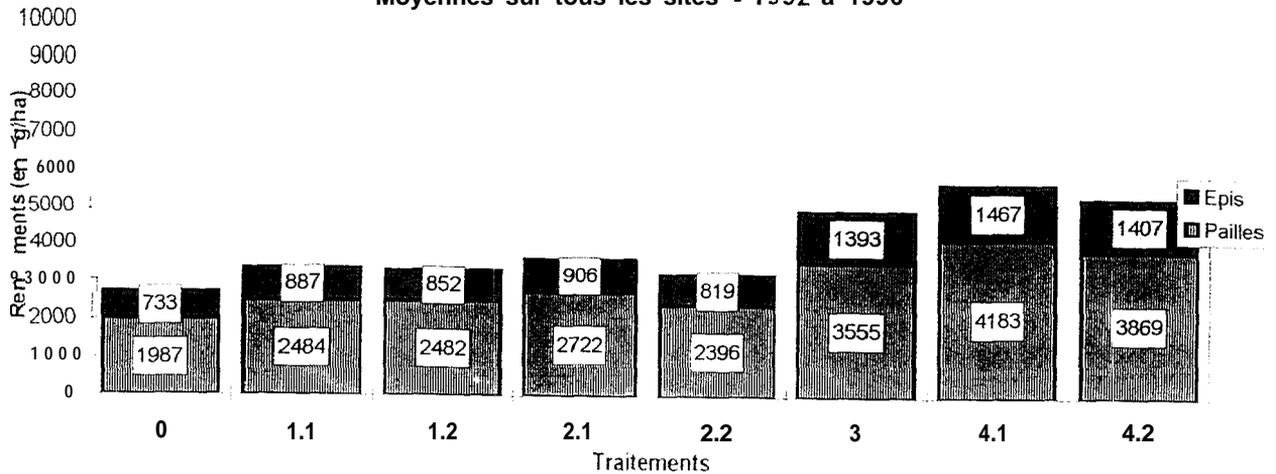
3321/ Pluviométrie

Les conditions pluviométriques ont été très variables d'une année à l'autre tant en hauteur d'eau qu'en répartition (cf. annexe pluviométrie). Pour résumer la situation de ces cinq dernières années, on peut considérer que 1992 et 1996 ont constitué des années particulièrement sèches, avec un cumul pluviométrique d'environ 350 mm. Par contre, la campagne 1995 fut marquée par une pluviométrie exceptionnelle, tant en quantité qu'en répartition. Les campagnes 1993 et 1994 connurent des pluviométries plus proches de la moyenne de ces dix dernières années (450 mm).

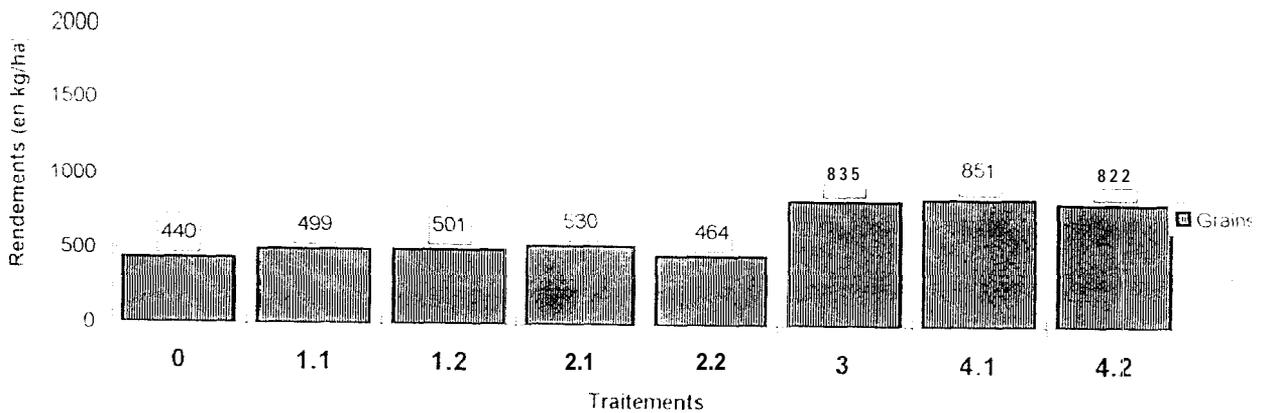
Une variabilité parfois importante s'est également manifestée entre les différents sites pour une même année. Ce fut notamment le cas en 1993, 1994 et 1995.

Rendements moyens et leurs taux d'accroissement pour tous les sites d'essais de 1992 à 1996

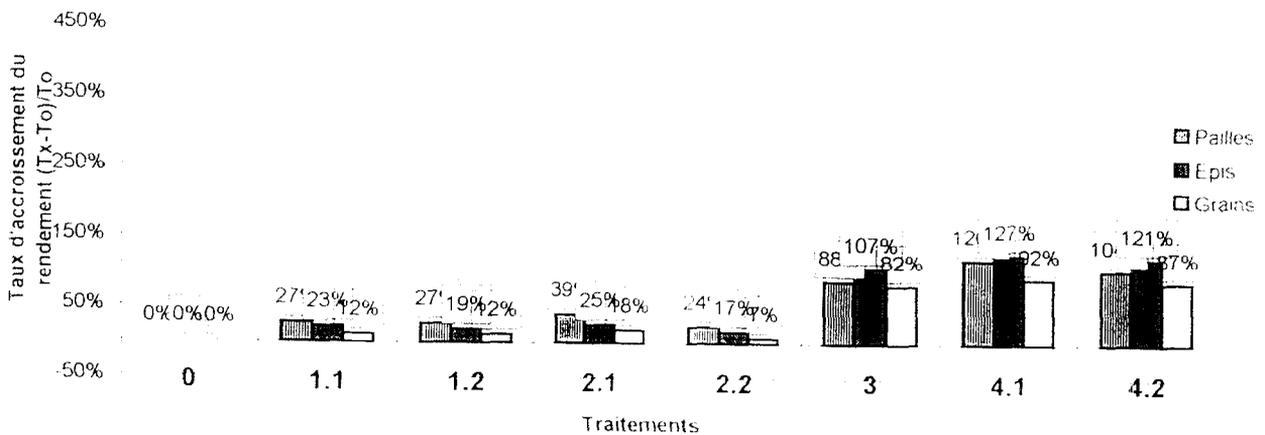
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Moyennes sur tous les sites - 1992 à 1996



Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Moyennes sur tous les sites - 1992 à 1996



Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Moyennes sur tous les sites - 1992 à 1996



D'après les données dont nous disposons pour ces quatre dernières années. Le site le plus arrosé fut Ndiakane (480 mm), suivi de Ndiakayel (447 mm), Ndiam syl (428 mm), puis Fintel (409 mm). Ce classement ne coïncide pas avec celui des meilleurs rendements. Ce dernier se présentait ainsi :

- Ndiakayel > Ndiam syl > Ndiakane > Fintel pour le mil
- Ndiakayel > Fintel > Ndiam syl \cong Ndiakane pour l'arachide

La pluviométrie, si elle constitue bien souvent un facteur limitant majeur, n'est donc pas seule en cause pour expliquer l'élaboration des rendements des cultures. Parmi les éléments fondamentaux qui influencent ces derniers, la nature et la richesse des horizons du sol prospectés par les racines jouent un rôle fondamental.

3322/ Rendements des cultures

Les apports de fumure organique et surtout minérale induisent des réponses nettes et significatives sur les cultures de mil (cf courbes des rendements moyens du mil) (ces augmentations de rendement portent à la fois sur les pailles, les épis et les grains avec une nette corrélation entre les rendements de ces différentes composantes).

Le couple fumure minérale + fumure organique apparaît comme étant la meilleure fumure envisagée. L'écart entre ses effets et ceux de la fumure minérale seule est peu marqué. Mais il semble que, d'années en années, sa supériorité par rapport à la fumure minérale seule s'affirme. Ainsi, alors que cette dernière permettait, en 1992 et 1993, des rendements aussi bons voire meilleurs, à partir de 1994, la tendance s'est inversée en faveur de la fumure organo-minérale. Elle a montré sa supériorité tant en année humide (1995) qu'en année sèche (1996). Elle permet de doubler les rendements du mil, pour atteindre des rendements en grains de plus de 800 kg/ha et des rendements en pailles de plus de 4 t/ha.

La fumure organique seule permet également des améliorations de rendement, mais à un niveau moindre (amélioration de l'ordre de +25 % pour pailles ou épis, et +10% pour les grains). On note cependant au fil des années un effet croissant et moins aléatoire. L'effet dépressif rencontré initialement semble disparaître (sauf pour le rendement en pailles), au profit d'un effet bénéfique sur rendements en grains et en épis. On peut attribuer cette tendance :

- au passage du fumier au compost, et donc à une réduction des éventuels effets phytotoxiques ;
- une meilleure structuration du sol grâce à la matière organique, ce qui permettrait d'améliorer la pénétration racinaire. L'effet de rétention en eau par la matière organique aux dépens des plantes serait alors largement compensé par l'accroissement de la zone de prospection racinaire.

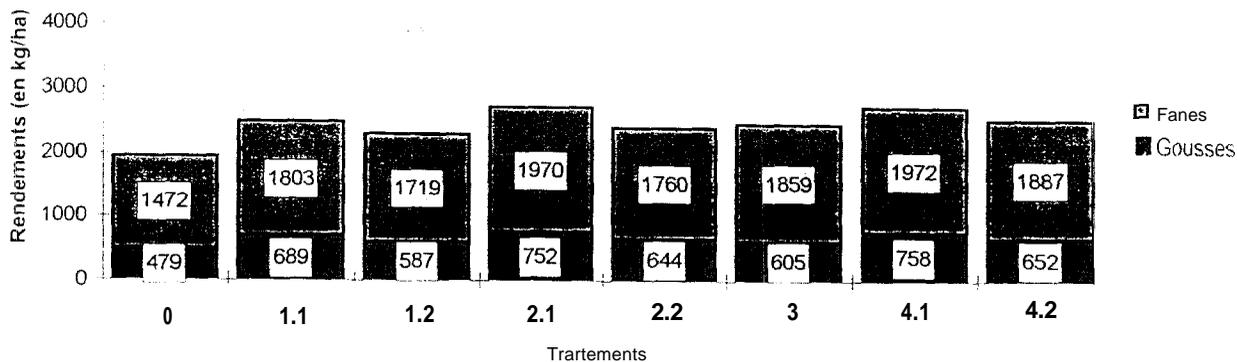
Les apports de matière organique une année sur deux (sur arachide) induisent des améliorations de rendements encore importantes (que ce soit en association avec la fumure minérale ou non). Ceci montre l'importance des apports de matière organique en tant qu'investissements à long terme dans la fertilité des sols.

Sur arachide les réponses aux apports sont moins nettes. Elles sont surtout visibles en année relativement humide et consistent en une amélioration conséquente des rendements en gousses et dans une moindre mesure des rendements en fanes. (cf courbes des rendements moyens de l'arachide).

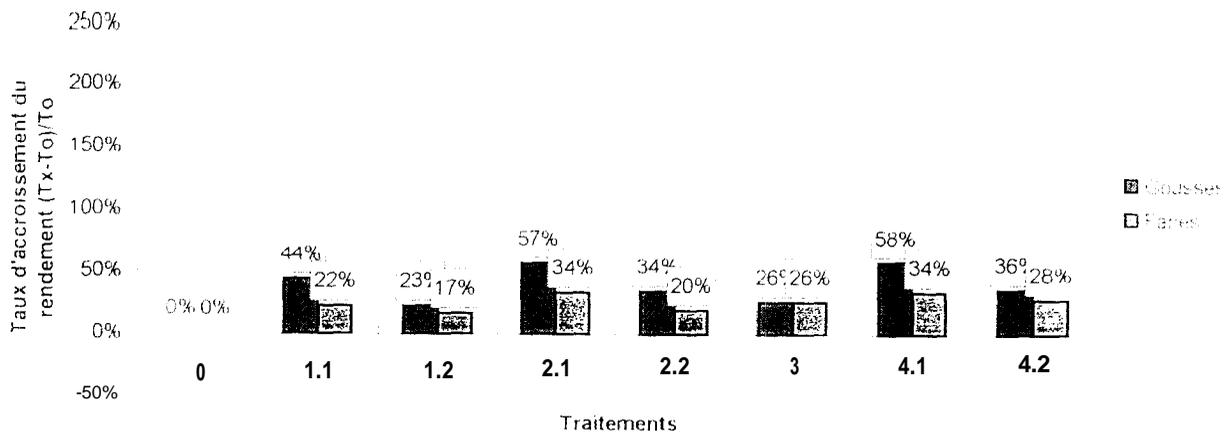
En moyenne, sur l'ensemble des essais, la fumure organique a permis d'accroître les rendements en gousses de +57% pour des apports de 5 t/ha tous les ans à +23% pour des apports de 2,5 t/ha tous

Rendements moyens et leurs taux d'accroissement pour tous les sites d'essai de 1992 à 1996

Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Moyennes sur tous les sites - 1992 à 1996



Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Moyennes sur tous les sites - 1992 à 1996



les deux ans. Cet effet est surtout marqué en année humide : il a même permis de tripler les rendements en gousses pour atteindre 2,2 t/ha (Ndiam syl, 1995). Un effet résiduel des apports sur mil est encore nettement observable. L'effet de la matière organique sur les rendements en fanes est sensiblement le même, mais avec une ampleur légèrement inférieure.

La fumure minérale seule induit des réponses très variables et permet, sur la quasi-totalité des essais suivis, des améliorations de rendement moindres, de l'ordre de celles observées avec apports bisannuels de fumure organique. Associée à la matière organique (2,5t/ha), elle permet d'obtenir de bons rendements en gousses et en fanes. Ces rendements sont cependant voisins de ceux obtenus avec apport d'une dose de 5t/ha de fumure organique.

Au vu de ces résultats, l'investissement en fumure minérale semble donc difficilement valorisable immédiatement sur arachide. Le couplage avec des apports de matière organique apporte un gain intéressant surtout pour le rendement en gousses. Contrairement à ce qu'on aurait pu attendre, même en conditions pluviométriques difficiles, les apports de matière organique ont eu des effets plutôt positifs sur les rendements.

34/ Conclusion des essais

34 1/ Interaction apports de matières organiques sur les cultures

La matière organique a un triple rôle à jouer

-- reconstituer le statut organique du sol.

• libérer des éléments minéraux nécessaires aux plantes

• participer à l'amélioration de la structure du sol et faciliter ainsi le développement racinaire

Un faible enracinement peut souvent être associé à des problèmes de porosité, eux mêmes dus à l'effondrement structural du sol par manque de matière organique. Ce faible enracinement limite les capacités d'absorption en eau et en éléments minéraux et fragilise donc considérablement les plantes, surtout en situation de déficit hydrique et minéral

342 / Influence sur les profils hydriques

Pour le mil, dès la première année (1992) on a pu observer que l'humidité pondérale avait tendance à être plus élevée dans les parcelles soumises au traitement 2 (5t/ha de matière organique) que dans les parcelles témoins. Cette différence peut s'expliquer par une meilleure rétention en eau des parcelles T2 et la limitation des pertes par drainage. Ceci entraîne consécutivement une amélioration de la disponibilité en éléments minéraux pour les plantes, puisqu'ils sont moins lessivés et retenus grâce aux matières humiques en place.

Par contre pour l'arachide en année sèche (1992), il semble que les apports de matières organiques en surface défavorisent la plante. On peut penser que ce phénomène intervient de deux manières

• en favorisant une forte croissance végétative en début de cycle, la demande évaporative et en éléments minéraux peut se trouver accrue en fin de cycle, pour l'entretien d'une plante plus développée. Cet entretien de la partie végétative peut se faire au détriment de la formation et du remplissage des gousses. Des problèmes de stress hydrique important peuvent alors apparaître en cas de déficit de fin de cycle. Ce fut le cas en 1992 pour les deux premières dates de prélèvements correspondant à la phase sensible de fi-uctification de l'arachide

la rétention en eau par la matière organique peut, de plus, entrer en compétition avec les besoins des cultures. (Cet impact peut être intéressant pour augmenter la disponibilité en eau pour une culture suivante capable d'extraire plus puissamment l'eau du sol pastèque par exemple)
Il s'agit là de l'effet immédiatement visible, mais il convient de prendre également en considération l'effet à long terme d'apports de matières organiques. En effet ces apports peuvent induire une amélioration de la porosité des sols et donc des capacités de prospection racinaire

IV/ Conclusion générale

Ces travaux réalisés en milieu paysan ont permis de mettre en évidence l'intérêt de la fumure organique pour l'amélioration des rendements du mil. Elle a des effets bien moindres que la fumure minérale, mais, apportée en association avec cette dernière, elle permet d'obtenir des améliorations de rendements considérables. Si on considère que cette fumure est susceptible de conduire à des gains de plus de 500 kg/ha de grains et 1,5 t/ha de pailles, l'achat d'engrais devrait être rentable pour le paysan.

Il conviendrait cependant de réaliser une analyse statistique et économique plus fine permettant de quantifier les gains et les probabilités de réaliser des opérations de fumure économiquement rentables, en tenant compte du risque climatique. En effet la pluviométrie a joué un rôle important dans ces essais et l'échantillon des pluviométries rencontrées au cours de ces essais est peut-être légèrement au-dessus de la moyenne de ces dix dernières années. Cette estimation permettrait de prendre des décisions d'achat d'engrais en gérant réellement le risque lié à leur rentabilité. Ceci pourrait également permettre de proposer une politique de crédits plus sûre.

On pourra également envisager l'utilisation de fumure plus économiques (cf. demi-doses de fumure minérale recommandée 3 t/ha de fumier, testées actuellement par le sel-vice Phytotechnie arachide).

d'apports fractionnés dont les doses seraient déterminées au fur et à mesure du déroulement de la campagne (cf. modèle d'élaboration du rendement du mil en fonction des paramètres climatiques et de la fertilité des sols, projet du CERAAS).

En ce qui concerne l'arachide, les améliorations de rendements dues à la matière organique sont moins nettes, mais elles sont souvent assez marquées pour le rendement en gousses et ce même en année sèche. L'apport de fumure organique apparaît indispensable si l'on veut accroître ces rendements. Les apports coûteux de fumure minérale seule n'induisent qu'une réponse relativement faible (+25% sur rendements en gousses et fanes).

Pour le mil, comme pour l'arachide, il convient de considérer les effets à long terme des fumures et particulièrement de la fumure organique. En effet ces essais ont eu une durée relativement courte et on peut considérer qu'il faudrait environ cinq ans de plus pour arriver à un équilibre suffisamment stable du statut organique des sols en présence. On est en droit de penser que les effets cumulatifs des apports de matière organique se manifesteraient alors plus distinctement.

Il faut également s'inscrire dans le long terme pour bien percevoir l'intérêt qu'il y aurait à apporter des intrants au système de production, ceci afin de compenser ses exportations. Ces directions pour être suivies devront vraisemblablement être accompagnées de mesures incitatives, que ce soit en terme de crédits, ou en terme de prix payé au producteur.

Annexe B 1

Caractérisation des 7 zones identifiées en 1991:

Caractéristiques générales

Pédologie / Ecologie : identification de trois types de sols Dior, Deck-Dior et Deck et d'une relation sol / végétation présente :

- sur sols Dior : végétation quasi-monospécifique de *Faidherbia albida*
- sur sols Deck-Dior : association *Faidherbia albida* + *Balanites aegyptiaca*
- sur sols Deck : tendance à la prédominance de *Balanites aegyptiaca* lorsque les sols deviennent plus lourds

Elevage : connotation ethnique élevage extensif de bovins chez les sérères et élevage intensif de petits ruminants (moutons surtout) chez les wolofs

Agriculture problème d'équilibre entre céréales et arachide Les céréales étant plus cultivées, surtout chez les sérères
résidus de culture généralement collectés ce qui laisse les sols complètement dénudés

Caractéristiques des zones

1/ Zone de la vallée du Sine [Sombé*, Fintel]
présence d'*Acacia nilotica* var *adansoni*, *Bauhinia rufescens*
• parc à *Faidherbia albida* dégradé
cultures forestières fruitières (*Parinari macrophylla*)
• relief ondulé + nappe à faible profondeur
• inexistence de zones de parcours

2/ Zone de Thiobe Sérère [Diakaye Dig*]
prédominance de *Balanites aegyptiaca*
• parc à *Faidherbia albida* sans régénération
• problème d'eau préoccupant
élevage extensif de bovins et zone de parcours permanent délimitée par populations
• prédominance des sols lourds

3/ Zone de Mbaye Baye - Patar [Kokhé Gadiaga*]
• importance d'*Andropogon gayanus*
• biomasse post culturale impressionnante
très forte pression démographique
problème d'eau préoccupant

4/ Zone de Taiba Ndiaye - Gawane [Taiba Ndiaye]
dominance d'*Acacia tortilis* et *Balanites aegyptiaca*
• absence notable de *Faidherbia albida*
• végétation surexploitée => très dégradée
• importance de l'élevage de petits ruminants
• présence de zones de parcours
• très forte érosion éolienne

5/ Zone de Bamby* [Ndiamsy*]
parc à *Faidherbia albida* luxuriant
• régénération naturelle importante
• végétation très peu diversifiée
• élevage intégré
• confiance en faveur de la fertilisation minérale plutôt qu'organique

6/ Zone de Mbayène [Ndiakane]
• parc à *Faidherbia albida* sans sous étage
présence importante d'équins
• Important élevage de gros bétail
• production notable de fumier
• gestion du fumier à améliorer
• confiance en faveur de la fertilisation organique

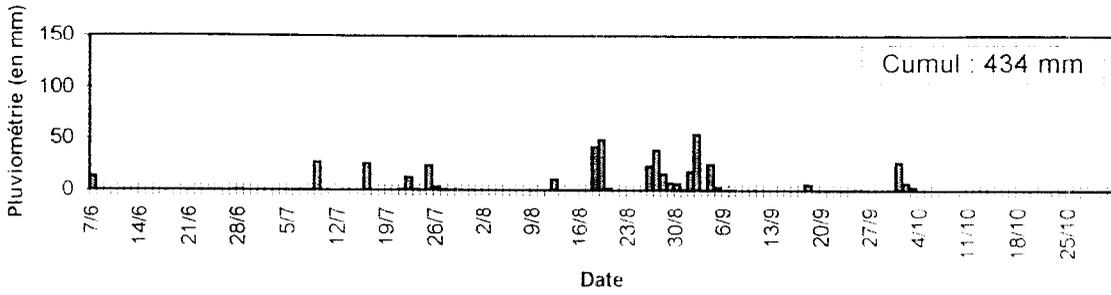
7/ Zone de Ndiémane [Ndiemane*]
• vieillissement notable du parc à *Faidherbia albida*
• présence d'importants troupeaux, mais absence de zones de parcours
• concentration de forages importante (zone d'intervention de CARITAS)
• sols lourds très sensibles au stress hydrique et dont la rétention en eau est problématique

[] = village retenus comme sites expérimentaux potentiels

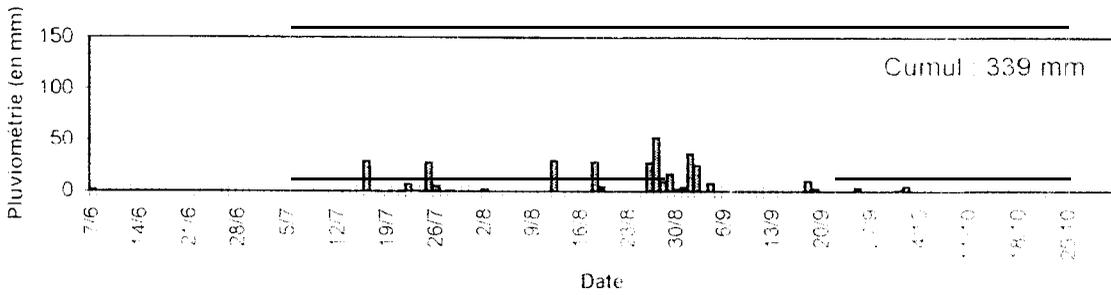
* = village encadrés par le projet depuis 1990

Pluviométries en 1992

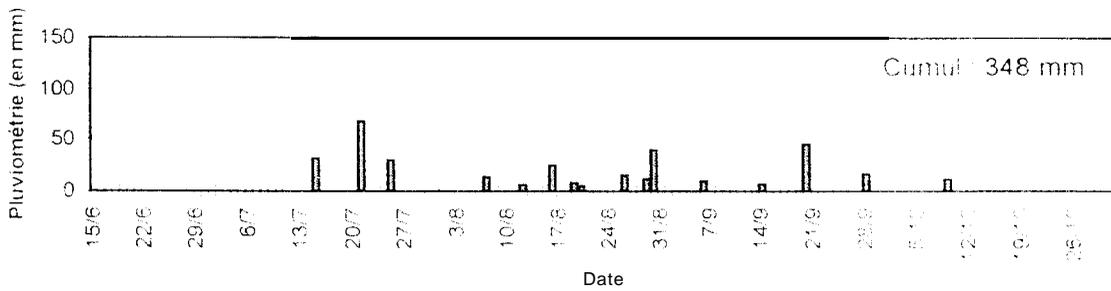
Pluviométrie à Diourbel - Campagne 1992



Pluviométrie à Bambey - Campagne 1992

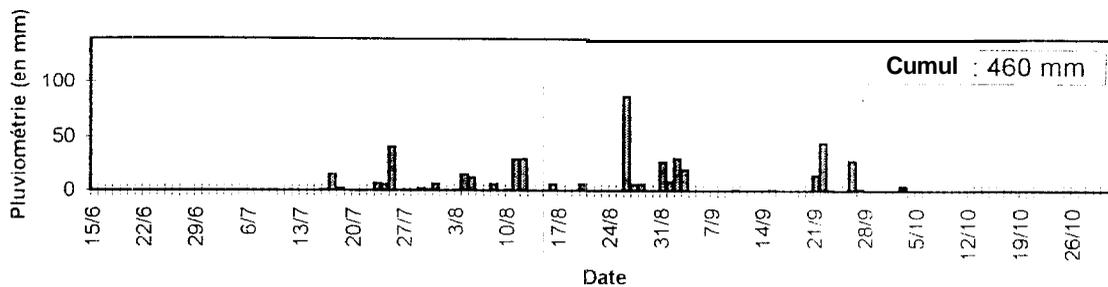


Pluviométrie à Ndiamysl - Campagne 1992

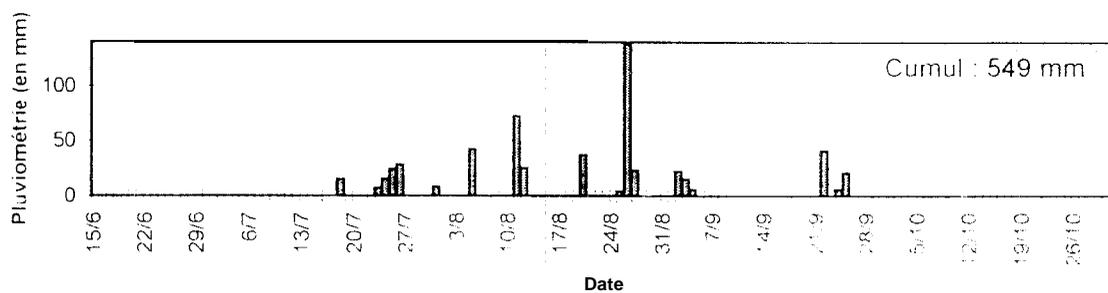


Pluviométries en 1993

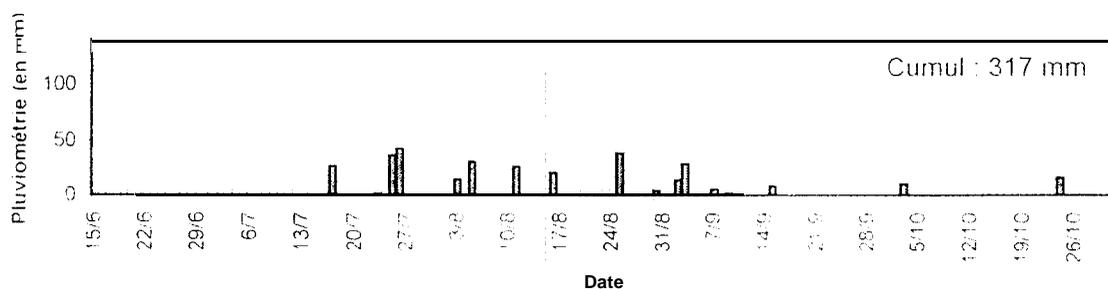
Pluviométrie à Diourbel - Campagne 1993



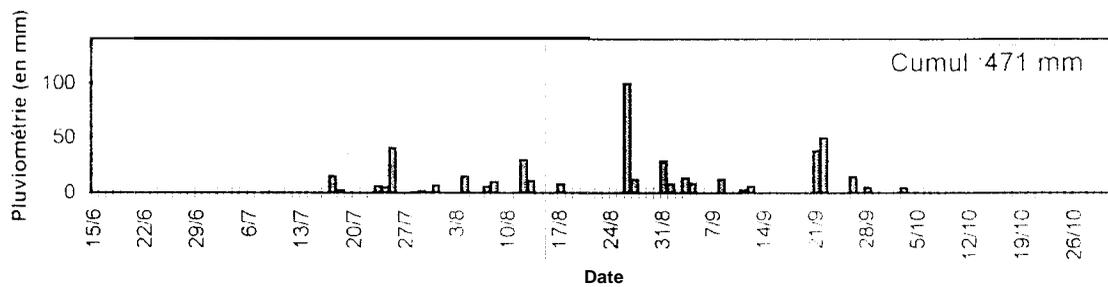
Pluviométrie à Ndiakane - Campagne 1993



Pluviométrie à Ndiam syl - Campagne 1993

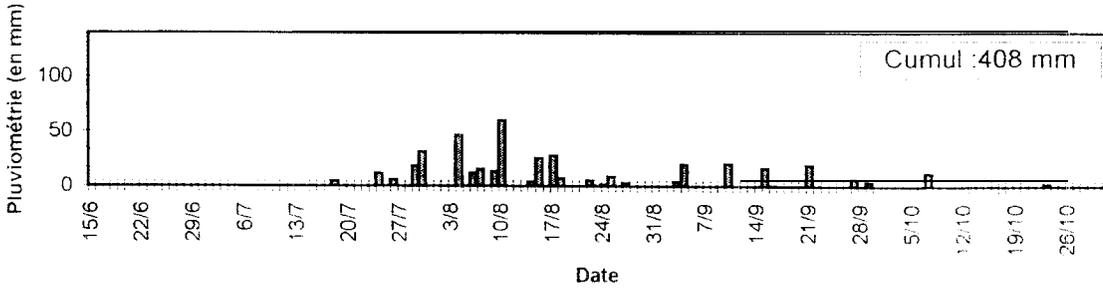


Pluviométrie à Fintel - Campagne 1993

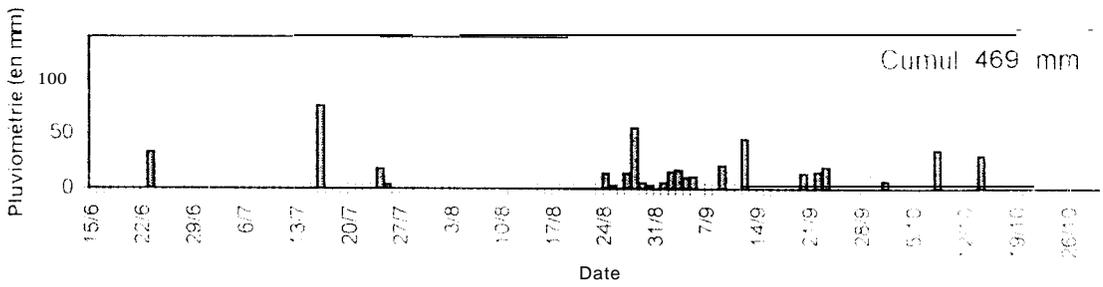


Pluviométries en 1994

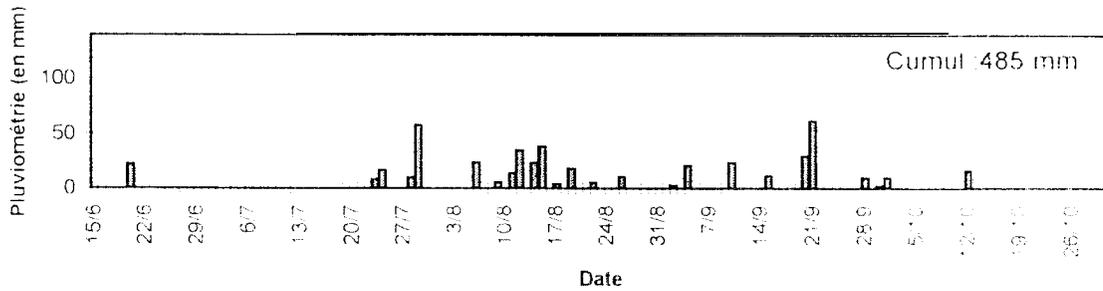
Pluviométrie à Ndiakayel Dig - Campagne 1994



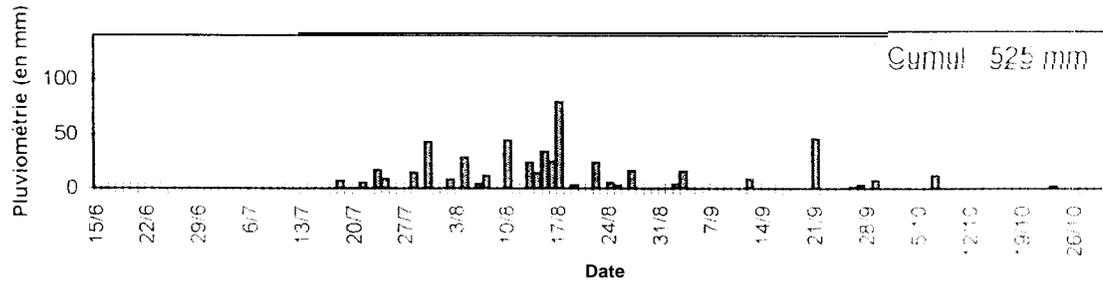
Pluviométrie à Ndiakane - Campagne 1994



Pluviométrie à Ndiamysl - Campagne 1994

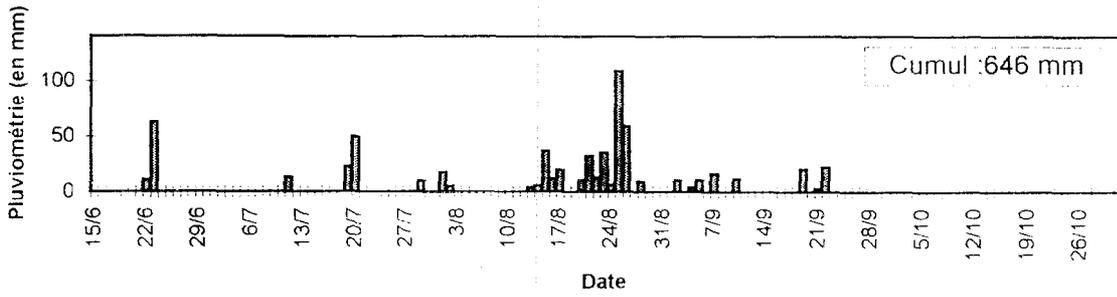


Pluviométrie à Fintel - Campagne 1994

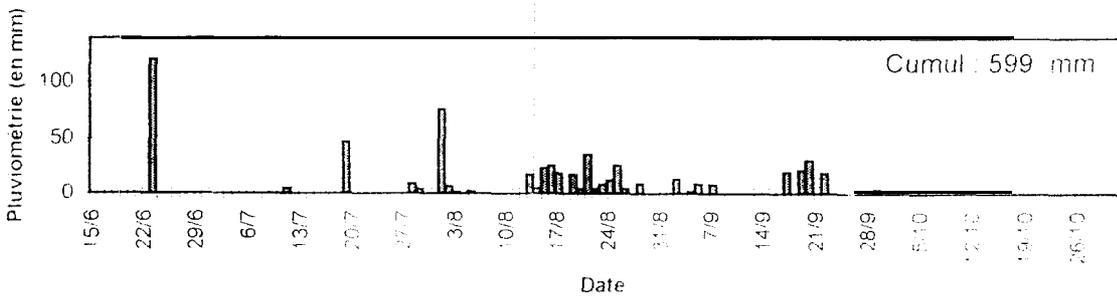


Pluviométries en 1995

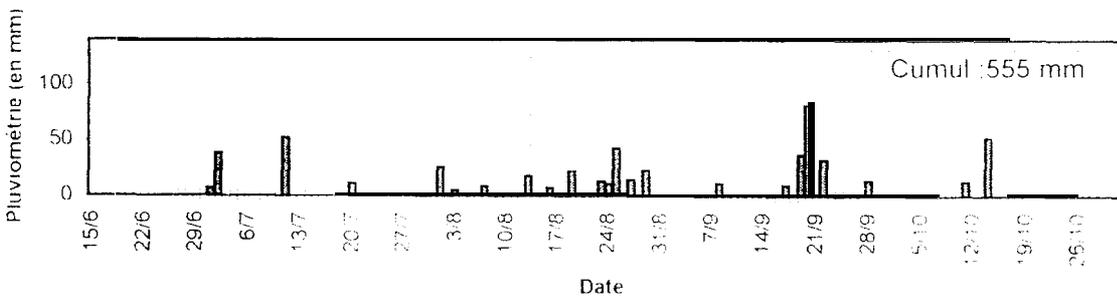
Pluviométrie à Ndiakayel - Campagne 1995



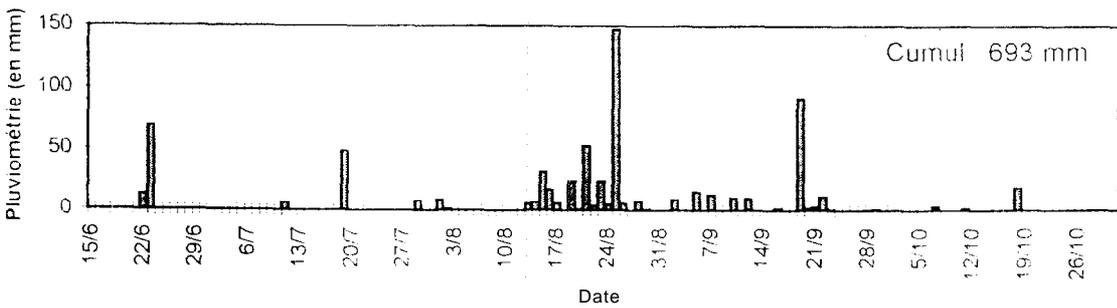
Pluviométrie à Ndiakane - Campagne 1995



Pluviométrie à Ndiamsyl - Campagne 1995

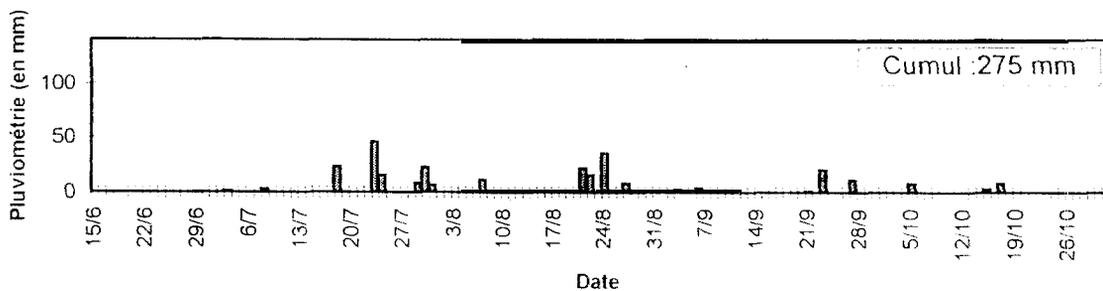


Pluviométrie à Diourbel - Campagne 1995

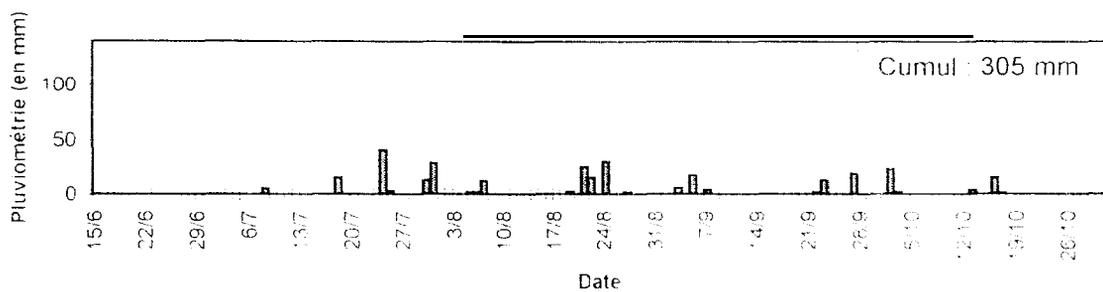


Pluviométries en 1996

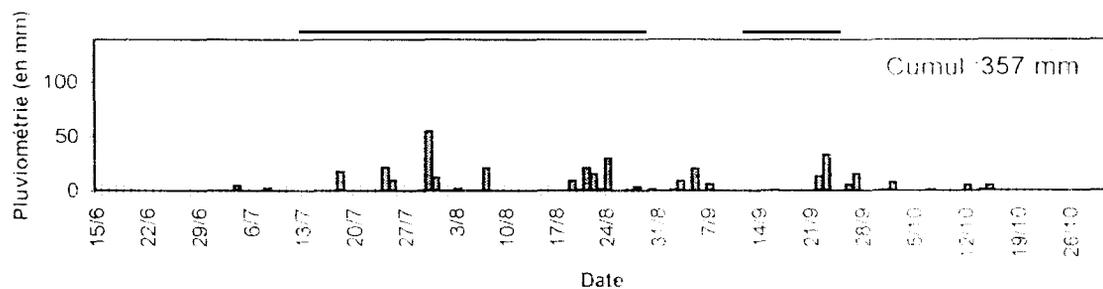
Pluviométrie à Ndiakayel - Campagne 1996



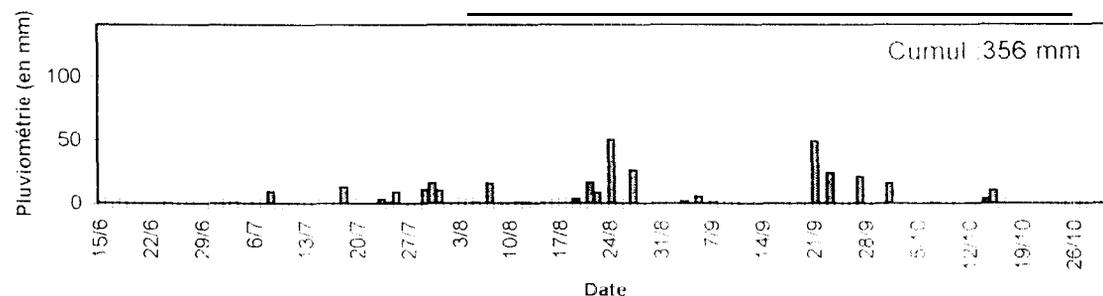
Pluviométrie à Ndiakane - Campagne 1996



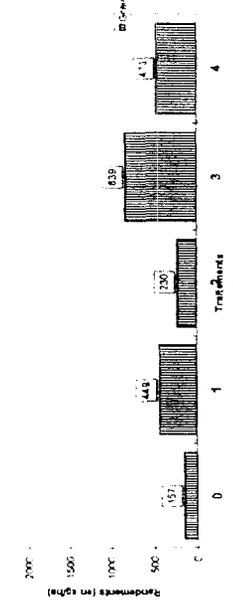
Pluviométrie à Bambey - Campagne 1996



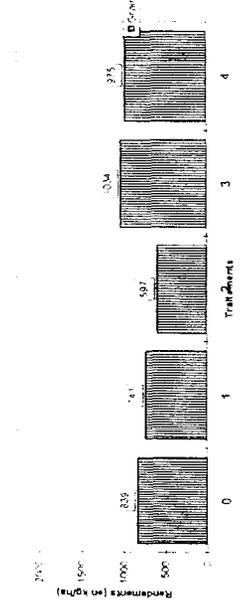
Pluviométrie à Diourbel - Campagne 1996



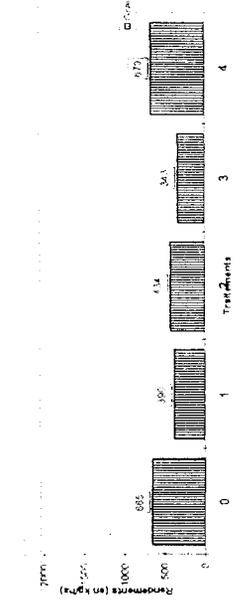
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Modou KABE) - 1992



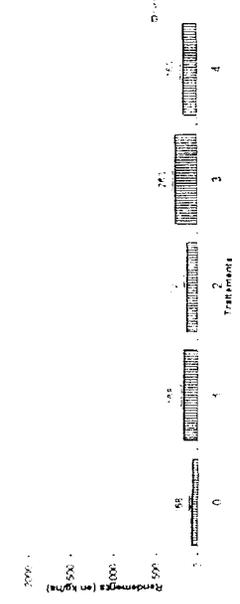
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Abdou FAYE) - 1992



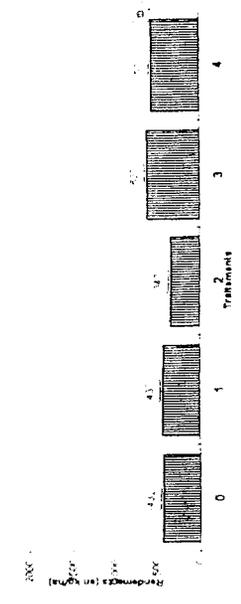
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiamsy (Saliou DIOUF) - 1992



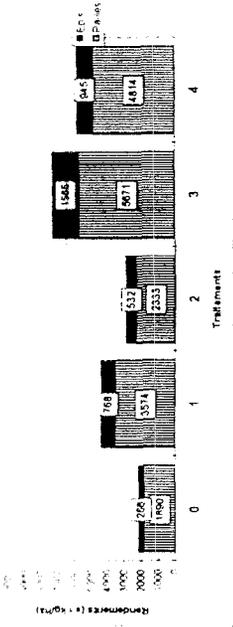
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Fatick (Talisir LO) - 1992



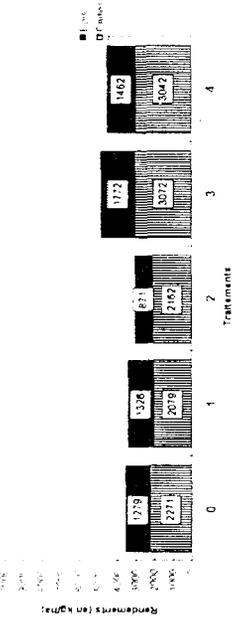
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 4 sites - 1992



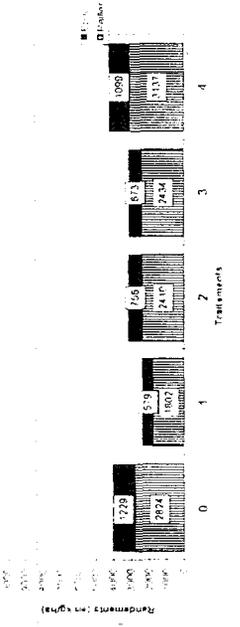
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Modou KABE) - 1992



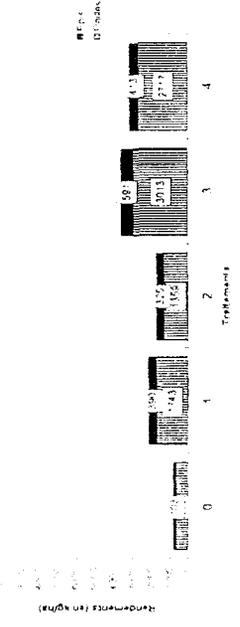
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Abdou FAYE) - 1992



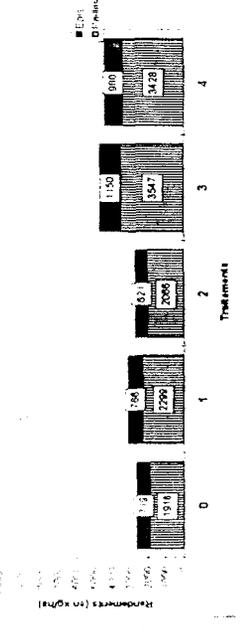
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiamsy (Saliou DIOUF) - 1992



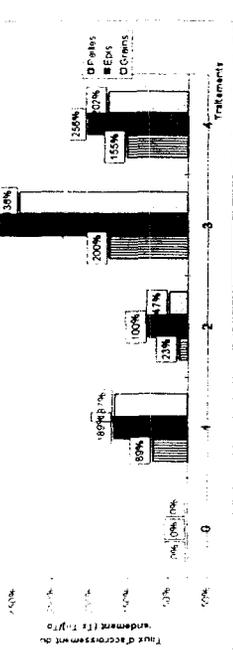
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Fatick (Talisir LO) - 1992



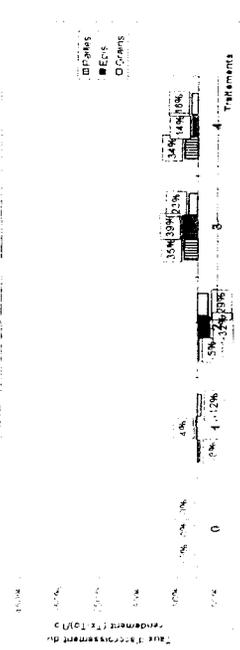
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 4 sites - 1992



Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Ndiakane (Modou KABE) - 1992



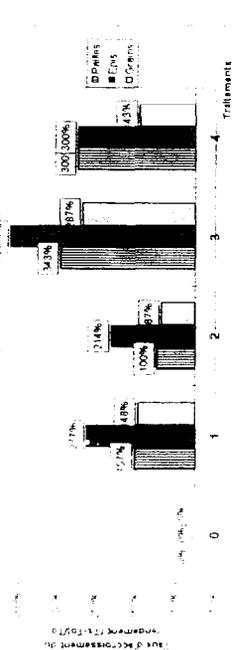
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Ndiakane (Abdou FAYE) - 1992



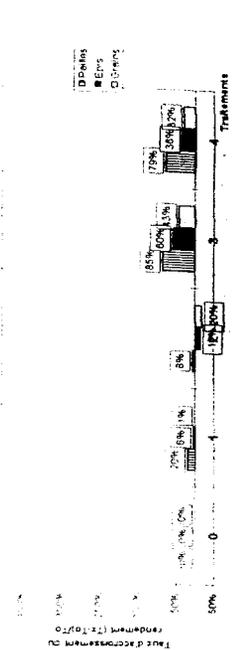
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Ndiamsy (Saliou DIOUF) - 1992



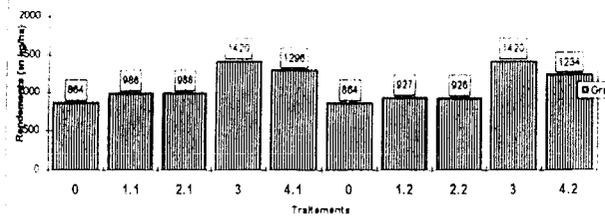
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Fatick (Talisir LO) - 1992



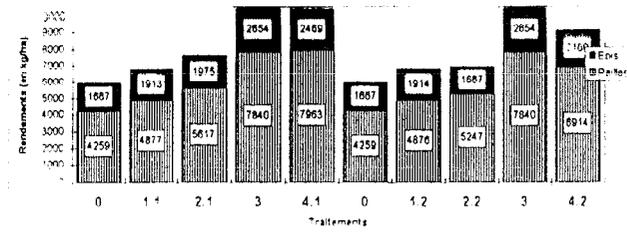
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Moyenne des 4 sites - 1992



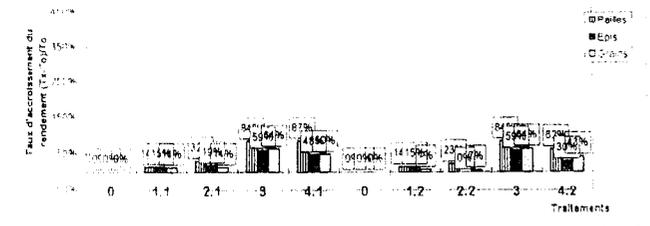
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakaye (Modou DIAGNE) - 1993



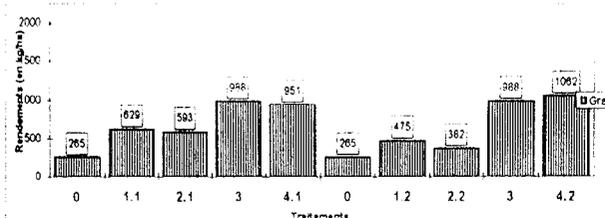
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakaye (Modou DIAGNE) - 1993



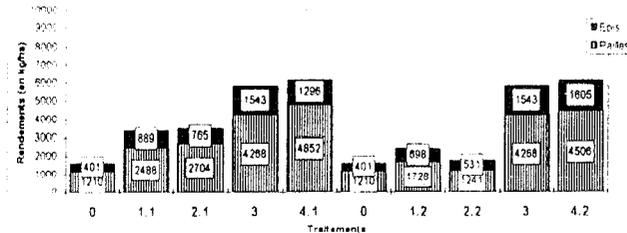
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakaye (Modou DIAGNE) - 1993



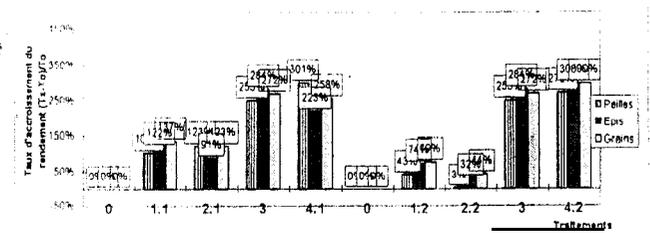
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Aliou DIOUF) - 1993



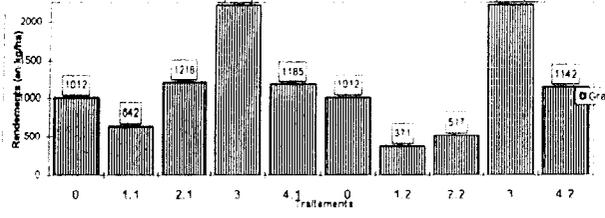
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Aliou DIOUF) - 1993



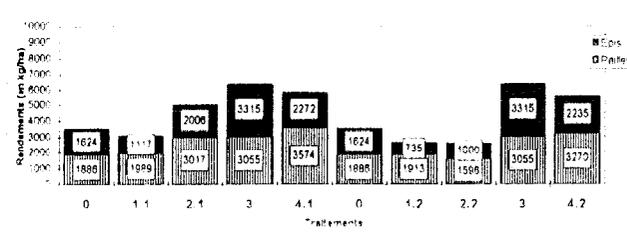
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakane (Aliou DIOUF) - 1993



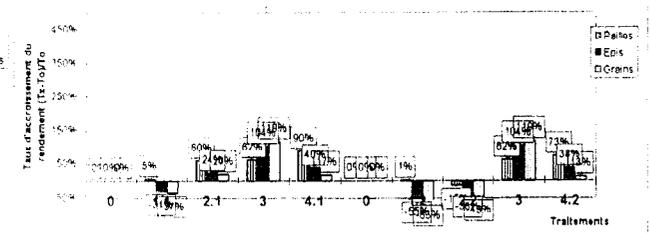
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiamsyl (Magatte DIOUF) - 1993



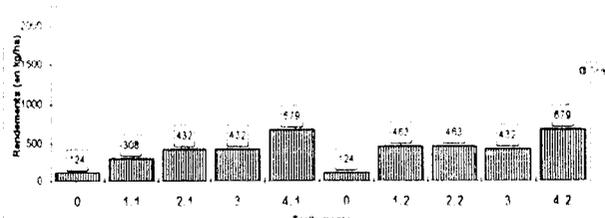
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiamsyl (Magatte DIOUF) - 1993



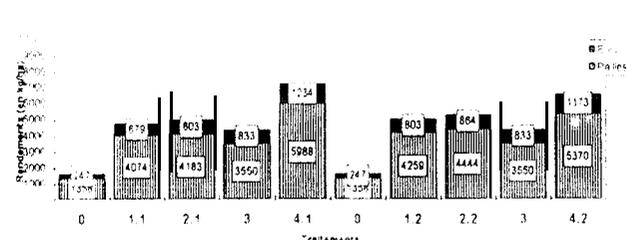
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiamsyl (Magatte DIOUF) - 1993



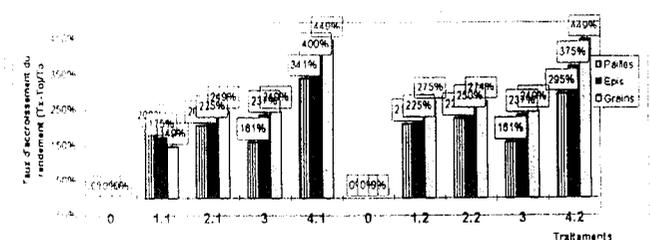
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Fintel (Diegane NGOMI) - 1993



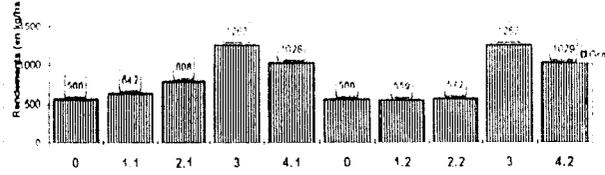
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Fintel (Diegane NGOMI) - 1993



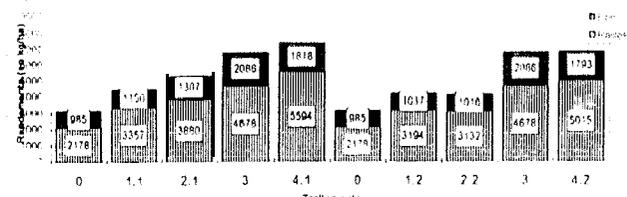
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Fintel (Diegane NGOMI) - 1993



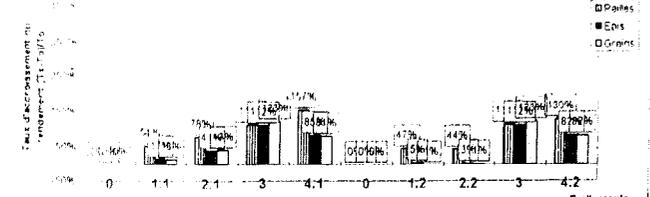
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 4 sites - 1993



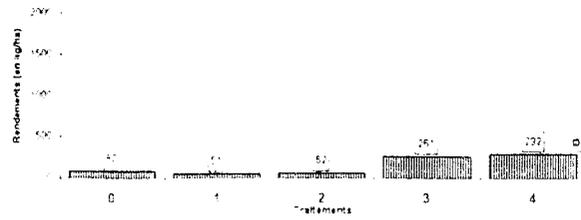
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 4 sites - 1993



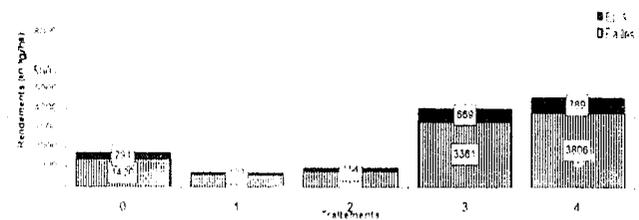
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Moyenne des 4 sites - 1993



Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées -
Ndiakaye (Modou KABE) - 1994



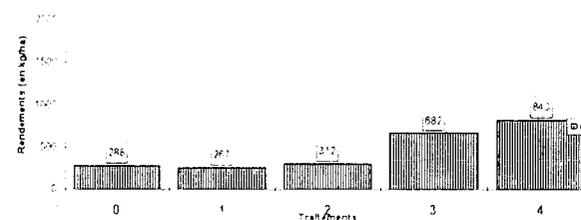
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées
Ndiakaye (Modou KABE) - 1994



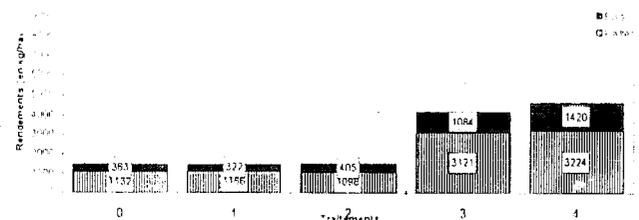
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin
Ndiakaye (Modou KABE) - 1994



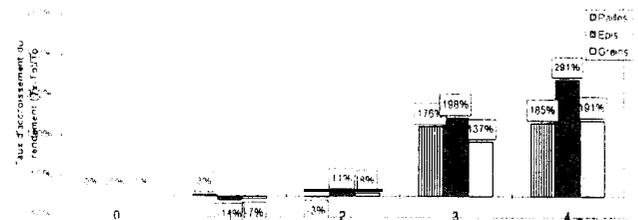
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées -
Ndiakane (Abdou FAYE) - 1994



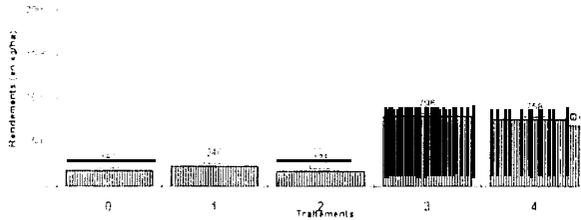
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées
Ndiakane (Abdou FAYE) - 1994



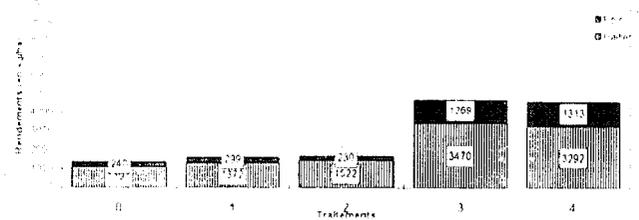
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin
Ndiakane (Abdou FAYE) - 1994



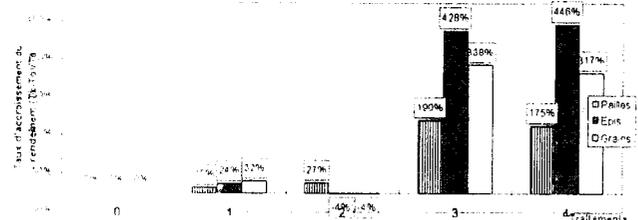
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées -
Ndiamsy (Saliou DIOUF) - 1994



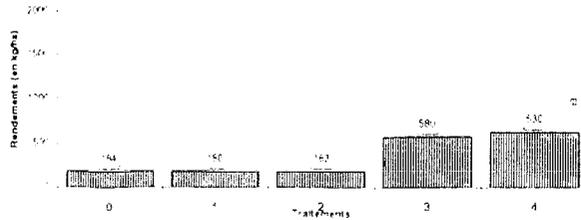
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées
Ndiamsy (Saliou DIOUF) - 1994



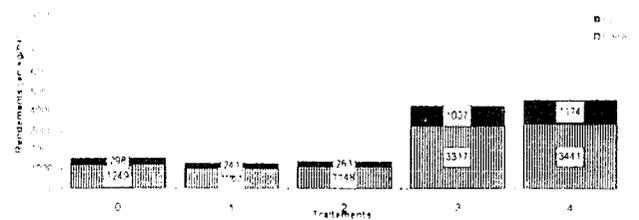
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin
Ndiamsy (Saliou DIOUF) - 1994



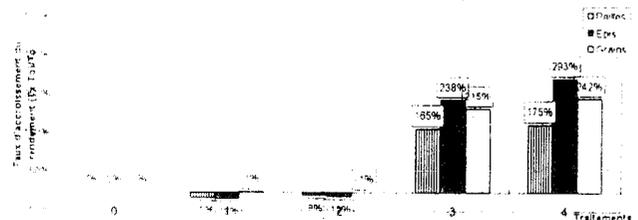
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées -
Moyenne des 3 sites 1994



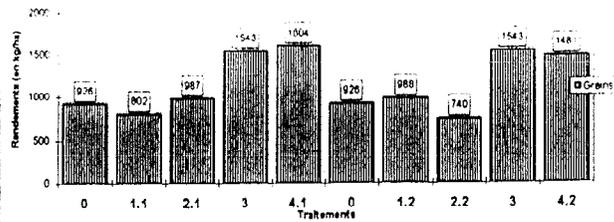
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées
Moyenne des 3 sites 1994



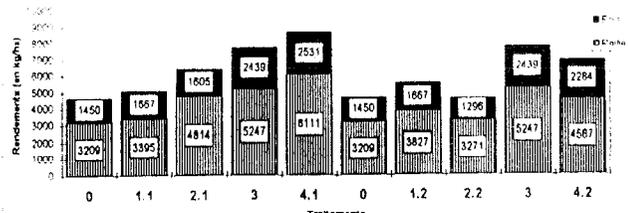
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin
Moyenne des 3 sites - 1994



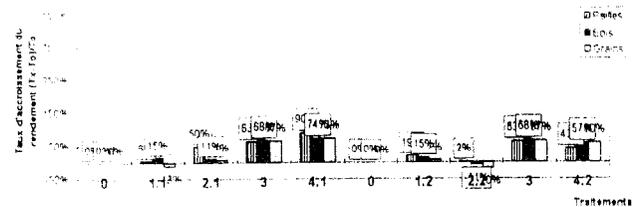
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakaye (Modou DIAGNE) - 1995



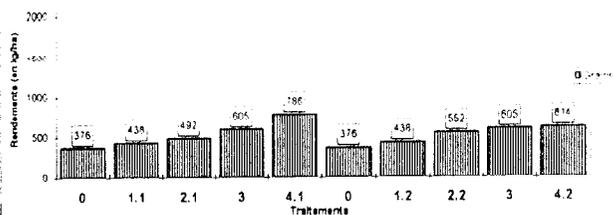
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakaye (Modou DIAGNE) - 1995



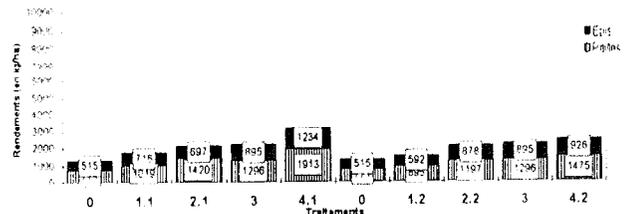
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Ndiakaye (Modou DIAGNE) - 1995



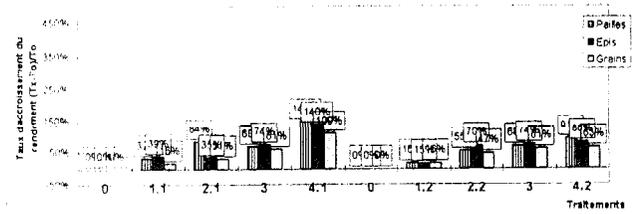
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Allou DIOUF) - 1995



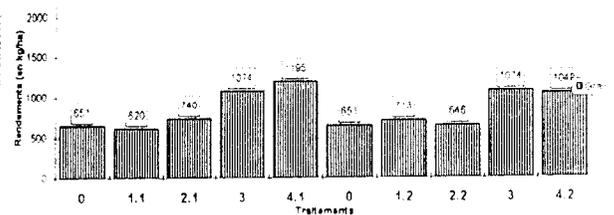
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Allou DIOUF) - 1995



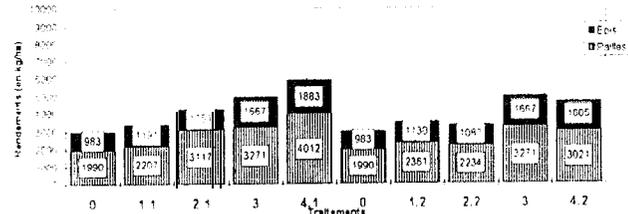
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Ndiakane (Allou DIOUF) - 1995



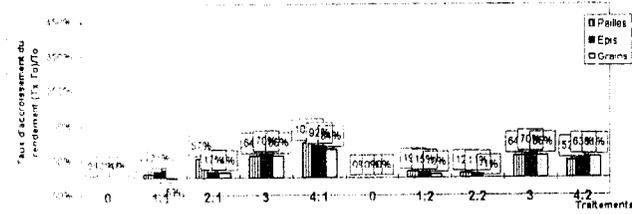
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 2 sites - 1995



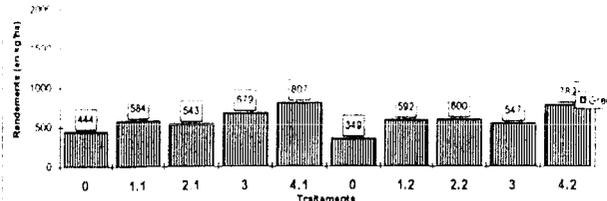
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 2 sites - 1995



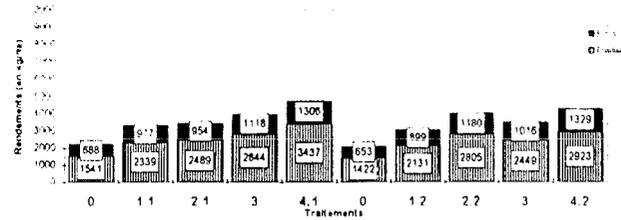
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin - Moyenne des 2 sites - 1995



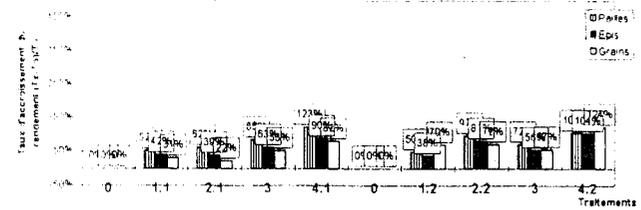
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées
Ndiakaye (Modou KABE) - 1996



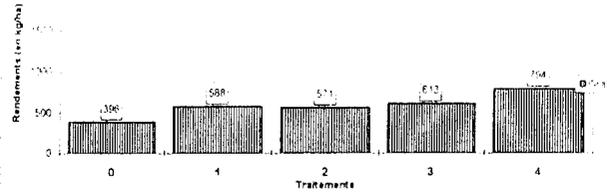
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées
Ndiakaye (Modou KABE) - 1996



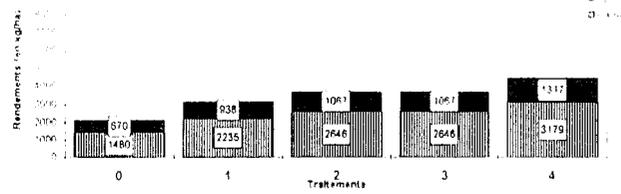
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin
Ndiakaye (Modou KABE) - 1996



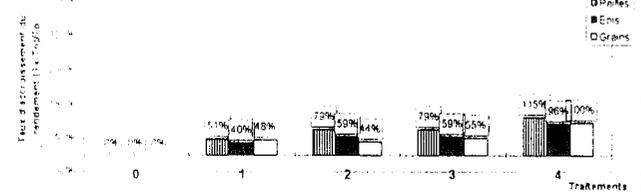
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées -
Ndiakaye (Modou KABE) - 1996



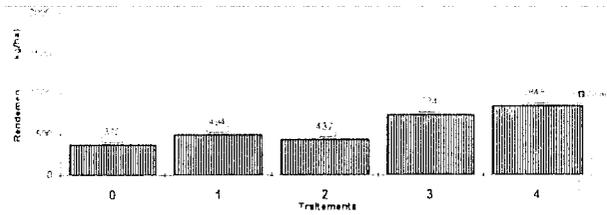
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées
Ndiakaye (Modou KABE) - 1996



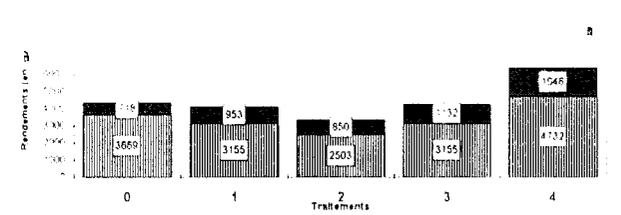
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin
Ndiakaye (Modou KABE) - 1996



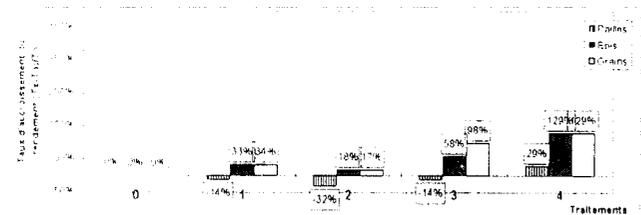
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées -
Ndiakane (Abdou FAYE) - 1996



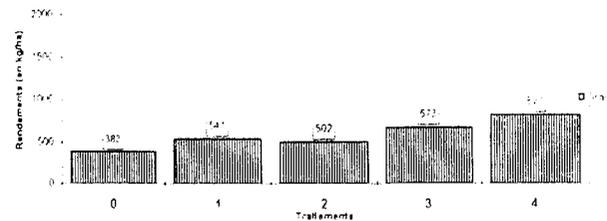
Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées
Ndiakane (Abdou FAYE) - 1996



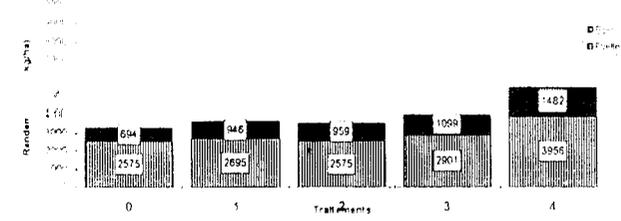
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin
Ndiakane (Abdou FAYE) - 1996



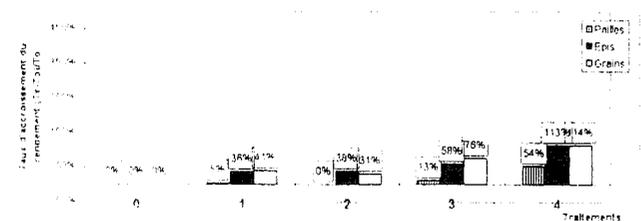
Rendements en grains de mil pour les différentes fumures apportées -
Moyenne des 2 sites - 1996



Rendements en pailles et épis de mil pour les différentes fumures apportées
Moyenne des 2 sites - 1996

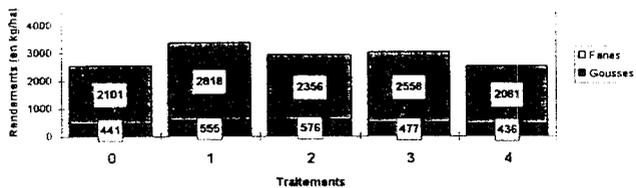


Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin
Moyenne des 2 sites - 1996

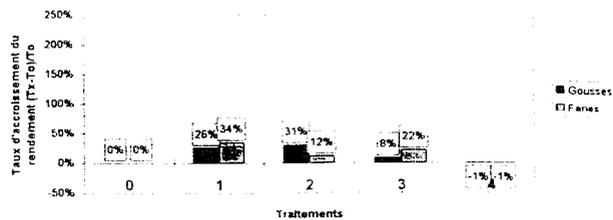


Annexe B4

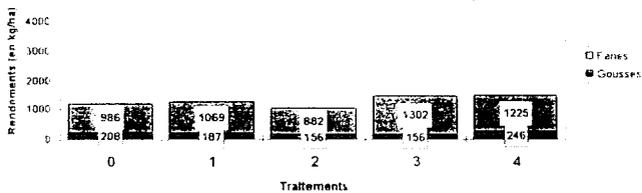
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakayel (Modou DIAGNE) - 1992



Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakayel (Modou DIAGNE) - 1992



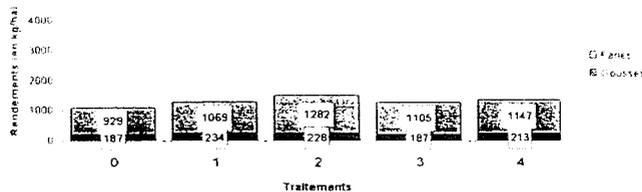
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Aliou DIOUF) - 1992



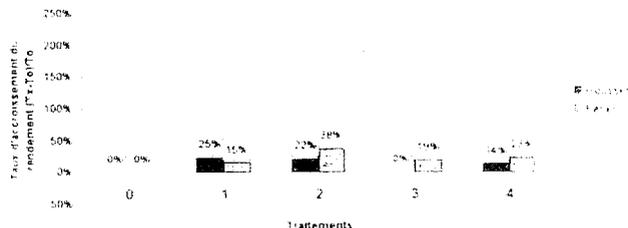
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakane (Aliou DIOUF) - 1992



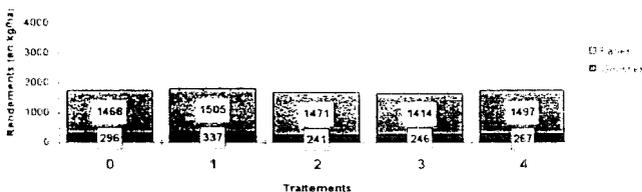
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiamsyl (Magatte DIOP) - 1992



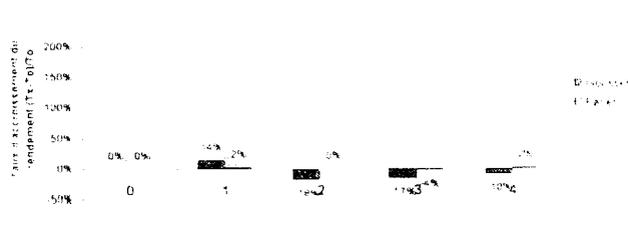
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiamsyl (Magatte DIOP) - 1992



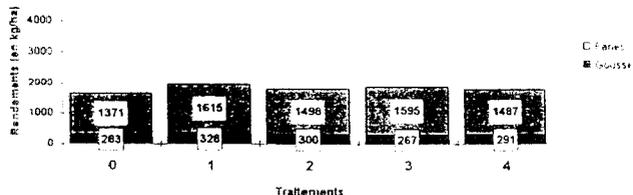
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Fintel (Diegane NGOM) - 1992



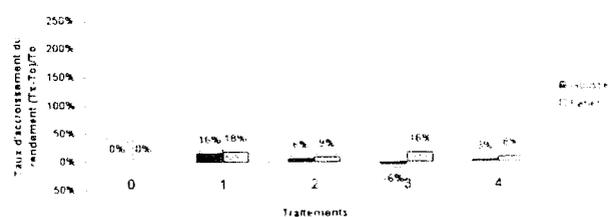
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Fintel (Diegane NGOM) - 1992



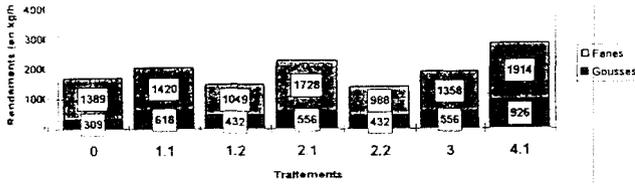
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 4 sites - 1992



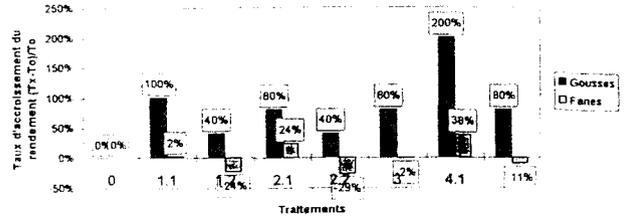
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Moyenne des 4 sites - 1992



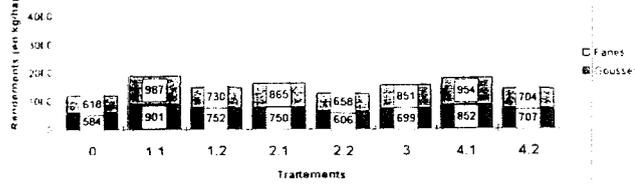
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakayel (Modou KABE) - 1993



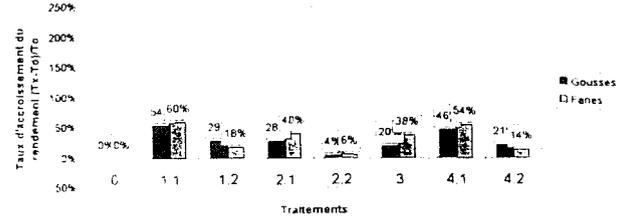
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakayel (Modou KABE) - 1993



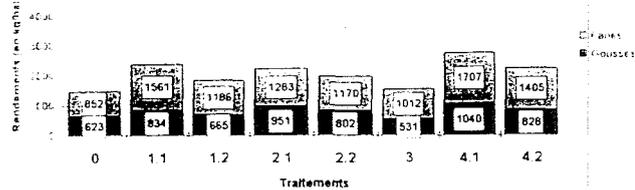
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Abdou FAYE) - 1993



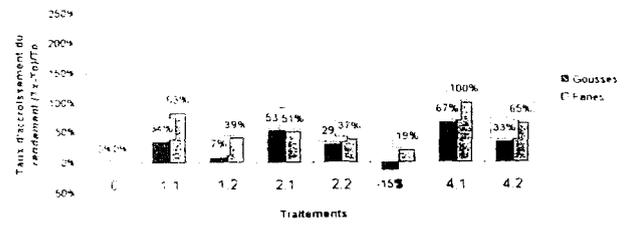
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakane (Abdou FAYE) - 1993



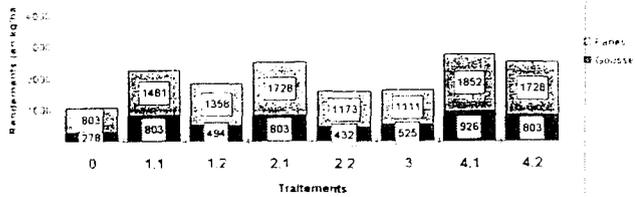
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiamsyl (Saliou DIOUF) - 1993



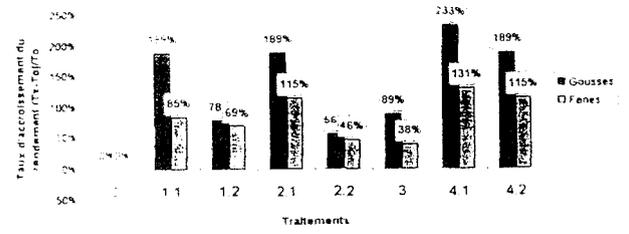
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiamsyl (Saliou DIOUF) - 1993



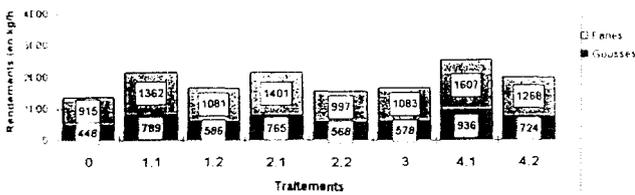
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Fintel (Tafsir LO) - 1993



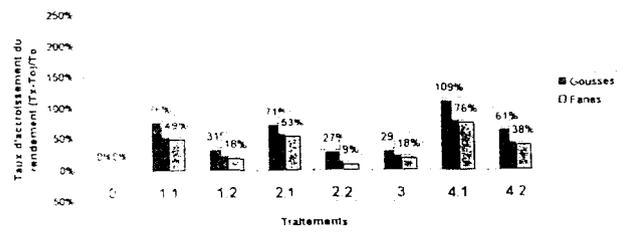
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Fintel (Tafsir LO) - 1993



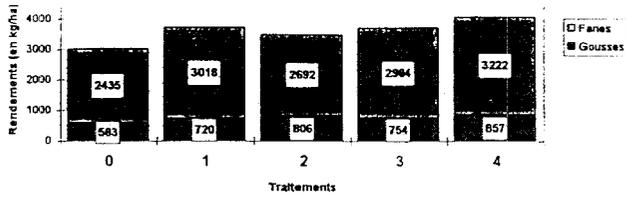
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 4 sites - 1993



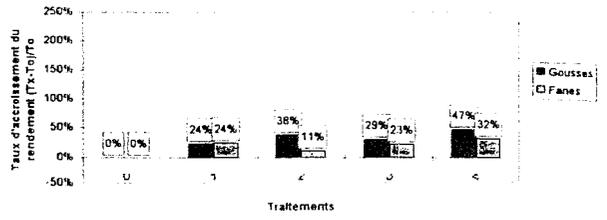
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Moyenne des 4 sites - 1993



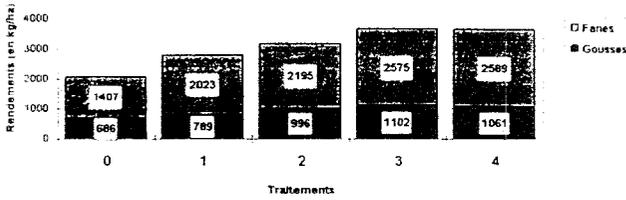
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakayal (Modou DIAGNE) - 1994



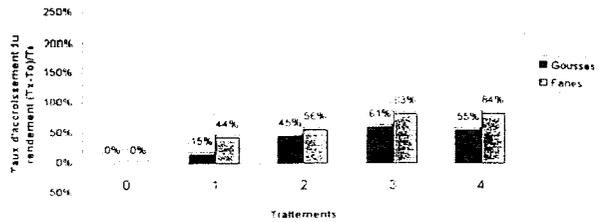
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakayal (Modou DIAGNE) - 1994



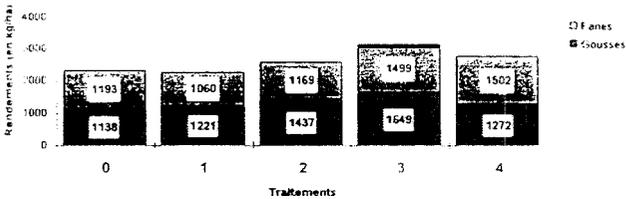
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Aliou DIOUF) - 1994



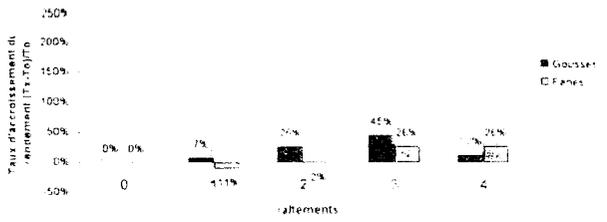
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakane (Aliou DIOUF) - 1994



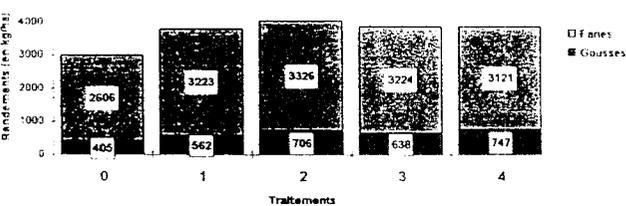
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiamsyl (Magatte DIOP) - 1994



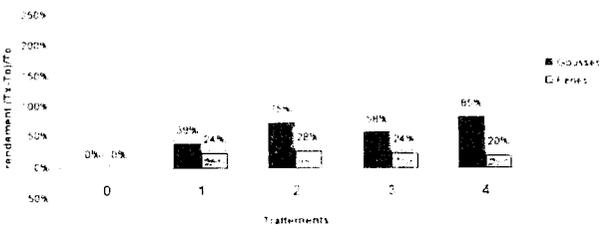
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiamsyl (Magatte DIOP) - 1994



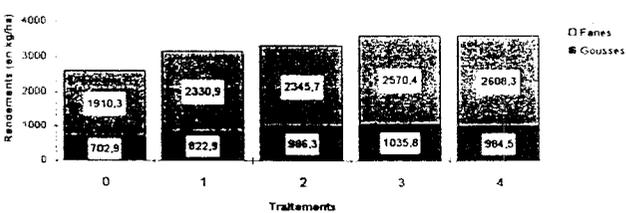
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Fintel (Diegane NGOM) - 1994



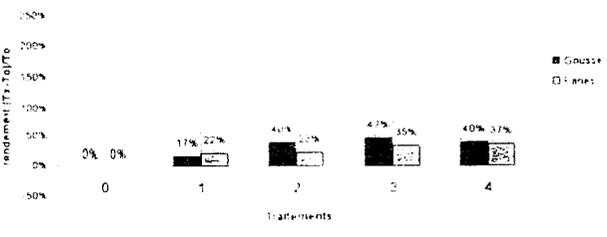
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Fintel (Diegane NGOM) - 1994



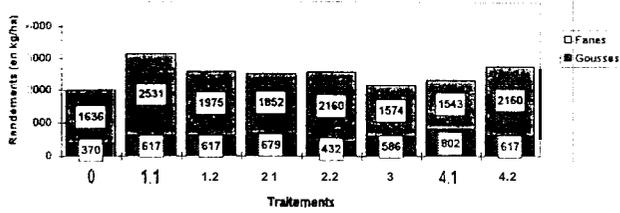
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 4 sites - 1994



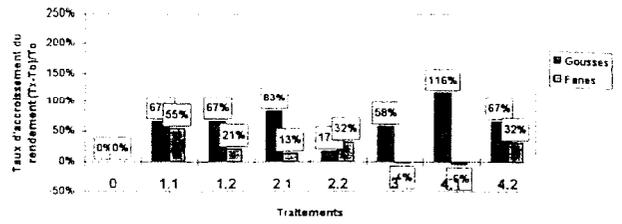
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Moyenne des 4 sites - 1994



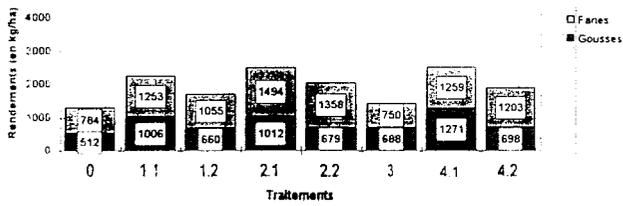
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakayel (Modou KABE) - 1995



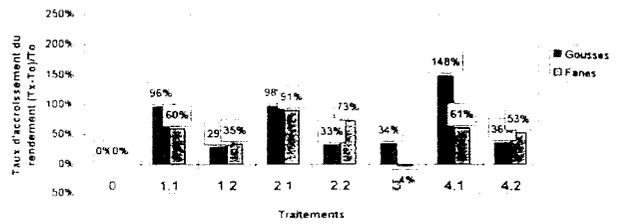
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakayel (Modou KABE) - 1995



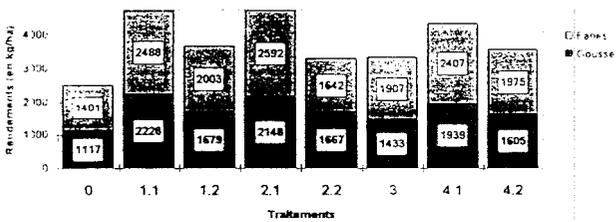
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakane (Abdou FAYE) - 1995



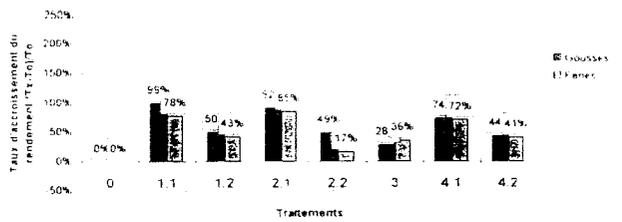
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakane (Abdou FAYE) - 1995



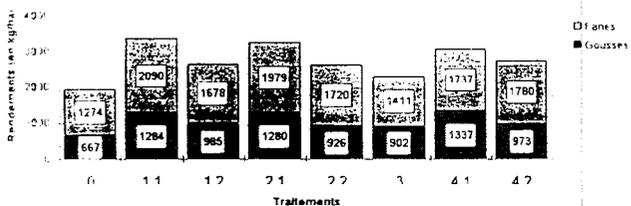
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiamsyl (Saliou DIOUF) - 1995



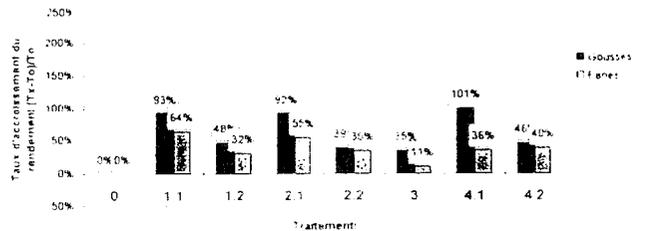
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiamsyl (Saliou DIOUF) - 1995



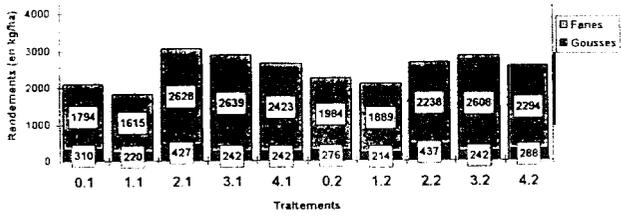
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Moyenne des 3 sites - 1995



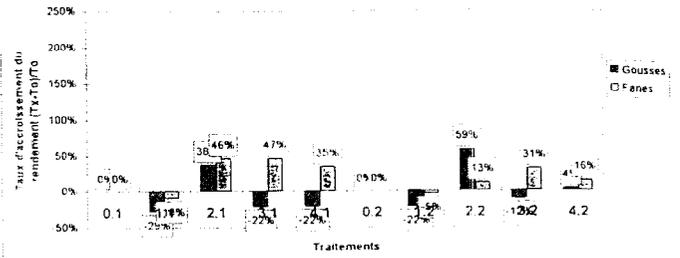
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Moyenne des 3 sites - 1995



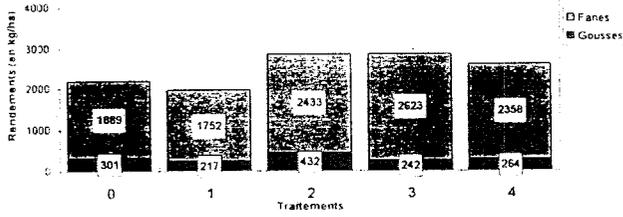
Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakayel (Modou DIAGNE) - 1996



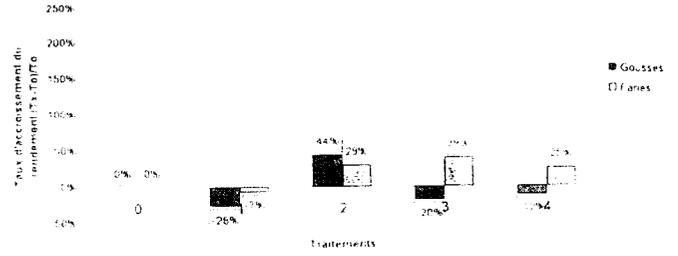
Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakayel (Modou DIAGNE) - 1996



Rendements en fanes et gousses d'arachide pour les différentes fumures apportées - Ndiakayel (Modou DIAGNE) - 1996



Taux d'accroissement des rendements par rapport au témoin Ndiakayel (Modou DIAGNE) - 1996



C / GESTION INTEGREE DES RESSOURCES NATURELLES PAR LES GROUPEMENTS FEMININS DANS LE DEPARTEMENT DE BAMBEY

I - JUSTIFICATIFS

La dégradation du milieu caractérisée par une diminution de la pluviométrie, une détérioration de l'environnement et une perte de fertilité des sols, mobilise actuellement chercheurs et développeurs, instances gouvernementales et populations rurales. L'ensemble de ces facteurs a contribué à la baisse continue des revenus agricoles. Dans la recherche de solutions à cette crise, les techniciens du développement ignorent souvent. L'évidence : le rôle des femmes Productrices d'une bonne partie des **cultures** vivrières et piliers de la vie rurale, Les femmes sont privées de moyens primordiaux (terres, engrais, crédits, technologies appropriées et pouvoirs politiques), qui permettraient de maximiser leur rôle essentiel (Gallen, 1994). La gestion des ressources naturelles et la sauvegarde de l'environnement sont la responsabilité de tout un chacun car tous subissent à égalité les conséquences de cette dégradation. L'intérêt que portent les femmes à la qualité et la préservation des systèmes naturels essentiels à la vie fait intimement partie de leurs vies. De ce point de vue, les femmes du bassin arachidier sénégalais ne font pas exception Elles produisent une partie des cultures vivrières, et paradoxalement ce sont elles qui ont le moins accès aux ressources permettant l'acquisition des facteurs de production

Dans le département de Bambey, il existe une association de groupements féminins regroupant 442 membres, repartis en 5 sous-groupements Leur objectif majeur? qui est le gain de revenus pour chacune et la constitution à terme d'une trésorerie commune suffisante pour leurs projets, passe par une meilleure gestion intégrée des ressources naturelles pour lutter contre la dégradation du terroir

II - OBJECTIF

Diverses technologies de gestion rationnelle des ressources naturelles ont été mises au point et expérimentées en milieu réel, mais très souvent séparément L'objectif principal de la présente recherche collaborative est de tester un paquet technologique cohérent pour la gestion des ressources naturelles, qui puisse garantir- la reproductibilité durable des systèmes de production et permettre une augmentation substantielle des revenus des populations rurales

Plus spécifiquement, il s'agit de

- 1) redresser le niveau de fertilité des sols du terroir par une meilleure intégration agriculture-élevage-foresterie au sein de l'exploitation agricole (mise en place de fosses compostières et fumières, de haies-vives, ...), ceci afin d'augmenter les rendements des cultures
- 2) créer et développer de nouvelles sources de revenus et de denrées pour- les populations par une pratique plus rationnelle de l'embouche bovine et ovine, par l'introduction de techniques améliorées de transformation primaire des céréales et par le maraîchage de contre saison
- 3) former les groupes cibles à l'utilisation des technologies ainsi proposées
- 4) évaluer des points de vue technique, économique et social, l'impact de ces différentes technologies testées au niveau du terroir villageois.

III - METHODOLOGIE GENERALE

Parmi les groupements féminins de Bambey sérére, cinq ont été retenus Keur Jaaraf (48 membres), Sango (123 membres). Ndounème (58 membr-es), Ndiayène (71 mem'bres) et Ngoulanguème (@membres).

Ce choix a été réalisé. en raison de l'effectif important de ces groupements et de leur fonctionnalité effective, deux facteurs favorables à une bonne diffusion des technologies introduites.

De plus, ces groupements se sont intéressés depuis plusieurs années aux recherches menées au CNRA. Après avoir obtenu des rendements en mil intéressants (1,6 à 3,5 t MS/ha) avec l'apport de 2t/ha de compost en 1994, ils se sont intéressés aux autres activités de gestion des ressources naturelles (fosses compostières, agroforesterie, technologie post-récolte, embouche ovine et bovine)

Les diverses opérations menées ont toujours impliqué un maximum de femmes, dans le souci d'assurer une diffusion la plus large possible de l'information et d'entretenir la dynamique collective de ces groupements.

Il en est allé ainsi des opérations de formation aux techniques de compostage, de pépinières forestières et maraîchères, de plantation de haies vives, de maraîchage, d'embouche, de gestion d'un décortiqueur-moulin. De même, les informations et décisions importantes ont toujours impliqué un maximum de femmes

IV - VOILET FERTILISATION ET GRANDES CULTURES

41 /Objectif

L'objectif de ce volet était de redresser le niveau de fertilité des sols par une meilleure gestion de la matière organique et une meilleure intégration agriculture-élevage-foresterie. Pour ce faire, une fertilisation à base de compost a été entreprise sur les parcelles des groupements féminins. Une formation aux techniques de compostage et la mise en place de fosses compostières au niveau de chaque groupement ont été menées afin de produire sur place le fertilisant.

On a privilégié le compost, car il constitue un engrais organique avantageux (éléments nutritifs mieux conservés, encombrement réduit, élimination des toxines et parasites par les processus fermentaires, (GUEYE et al., 1983)). Le compostage permet en outre de rendre rapidement utilisable par les cultures une quantité importante de matières végétales (pailles) qui seraient valorisées avec un rendement nettement moindre par des animaux. Ceci doit donc permettre d'accroître les flux de matières organiques et minérales retournant aux parcelles tout en limitant les pertes. Le but final étant de préserver, voire d'accroître les rendements en améliorant la productivité globale et la durabilité du système.

42 / Matériel et méthodes

Chaque groupement dispose d'une parcelle de 2500 m² sur laquelle il cultive en rotation le mil et l'arachide.

L'apport de compost est réalisé avant la culture de mil, à la dose de 2 t MS/ha. L'arachide ne bénéficiant que de l'effet résiduel. Conformément à la pratique paysanne, le labour n'est pas réalisé, seul un grattage superficiel est effectué. Après épandage, le compost est enfoui à la houe sine ou à l'hilaire. Le compost apporté provient de l'ISRA-CNBA (fosses compostières de la sole C).

Un apport d'urée de 50 kg/ha est aussi réalisé au trentième jour après levée. Il est également enfoui à la houe du à l'hilaire. Le semis est réalisé à sec avec un écartement de 90 cm x 90 cm.

L'année suivante, l'arachide (variété 55-437) est cultivée avec un écartement de 45cm x 15cm. Les semences sont apportées par la recherche, afin de pouvoir comparer les résultats des différents groupements.

Pour la confection du compost, nous avons retenu le mode de compostage en fosses, cette technique étant la mieux adaptée à des exploitations agricoles situées dans des milieux à forte évaporation et à faibles disponibilités en eau.

43 / Résultats - Discussion

Un premier test fut mené en 1994 quatre des cinq groupements entreprirent une culture de mil (variété Souna III) avec apport de 2 t/ha de compost. Les résultats obtenus furent intéressants pour l'ensemble des groupements, avec des rendements de 1,7 à 3,5 t MS/ha (cf Figure 1)

Ceci les incita à poursuivre des actions concernant la gestion des ressources naturelles.

En 1995, ces mêmes parcelles furent cultivées en arachide, En 1996, du compost à 2t/ha a donc été apporté pour une nouvelle culture de Souna III
Quant au cinquième groupement, celui de Sango, il a appliqué du compost (2t/ha) et cultivé du mil en 1995. Pour la campagne 1996, il a donc cultivé de l'arachide. Ce décalage a permis d'avoir un exemple du comportement des deux spéculations dans une même année.

431 /Rappel sur les campagnes précédentes

Pour les campagnes 1994 et 1995, les résultats sont présentés dans la figure 1

En 1995 l'un des groupements, celui de Ndiayène, s'est nettement détaché du lot avec une production de 2t/ha en fanes et 700kg/ha en gousses, soit près du double des productions des autres groupements

En ce qui concerne le groupement de Sango, le rendement en matière sèche totale de mil fut très bon pour la zone (environ 4 t MS/ha).

Ces résultats pouvaient paraître moyens au vu de la bonne pluviométrie de l'année 1995 (600 mm. cf figure 2) Cependant ils étaient très bons pour la zone, et ce d'autant plus que les champs prêtés aux groupements féminins n'étaient pas de très bonne qualité agronomique

Des essais menés en station à Bambey avec apport de fumure minérale, de doses de fumier et de compost ont donné des rendements peu supérieurs (2,5t/ha en fanes et 1, 1t/ha en gousses au maximum, obtenus par apport de 6 t/ha de compost) De même, les essais menés en milieu paysan à Ndiakane, ont donné des rendements maxima de 2t/ha de pailles pour 800 kg tic grams

432 / Campagne 1996

Pour la campagne 1996, les résultats furent les suivants

Groupements de	Rendements en kg/ha			
	Pailles	Epis	Grains	Matière sèche totale
Ngoulanguème	704	685	395	1189
Ndiayène	1720	1469	849	3189
Ndounème	377	49	29	426
Keur Jaraaf	966	240	144	1206
Sango	Fanes		Gousses	Matière sèche totale
	1406		550	1956

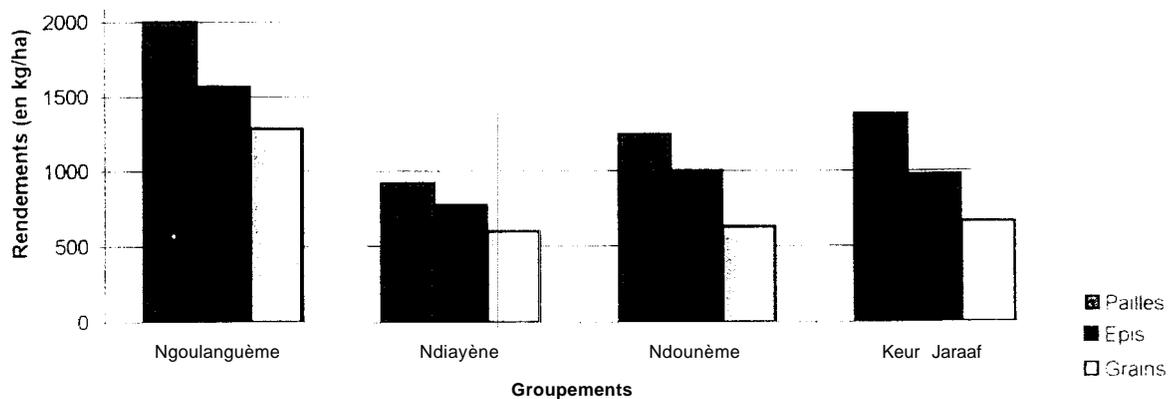
On a pu observer cette année-là une variabilité très importante des résultats entre les différents groupements.

Le groupement de Ndiayène a de nouveau obtenu la meilleure production, avec des rendements d'1,7 t/ha en pailles et de 850 kg/ha en grains, soit plus du double des autres groupements. Le groupement de Ngoulanguème est parvenu à produire 400 kg/ha de grains, mais ceux de Keur Jaraaf et de Ndounème ont obtenu de très mauvais rendements Le groupement de Sango a su produire des rendements relativement bons étant donné la situation climatique (550 kg/ha de gousses et 1,4 t/ha de fanes). Les gousses ont visiblement souffert de la sécheresse au cours de leur formation, comme au cours de leur remplissage la présence de nombreuses monograins et le poids moyen de 100 grains relativement faible (33g) l'attestent

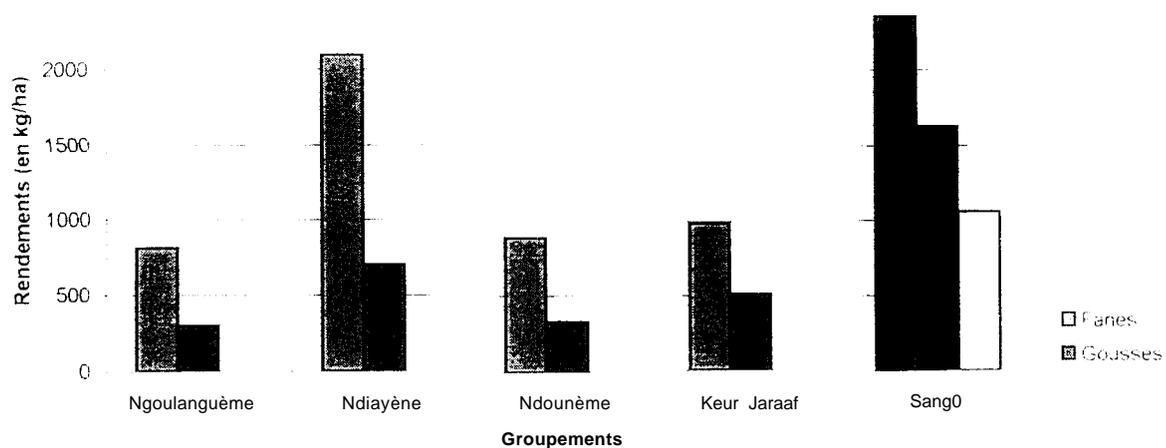
Figure 1 :

Rendements des cultures de mil et d'arachide sur les parcelles des groupements féminins de Bambey sérère

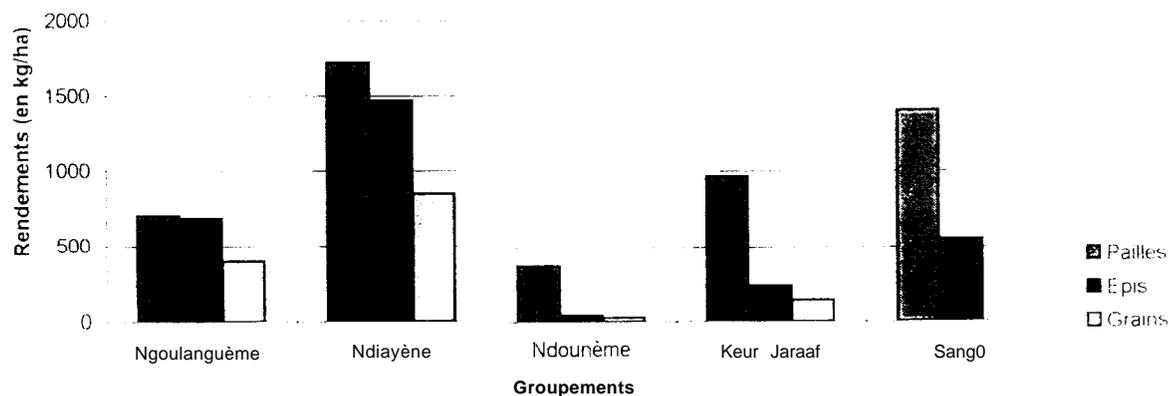
Rendements du mil à Bambey sérère en 1994



Rendements de l'arachide et du mil à Bambey sérère en 1995



Rendements du mil et de l'arachide à Bambey sérère en 1996



Mais cette situation était générale dans la zone et les poids de 100 graines mesurés étaient la plupart du temps inférieurs à 30 g.

Les rendements obtenus à Ndiayène se révèlent honorables pour la zone, notamment en ce qui concerne le rendement en grains, étant donné les mauvaises conditions climatiques de l'hivernage 1996. Le déficit hydrique a sévèrement touché les cultures. En début d'hivernage, après une première pluie de 12 mm le 14 juin, le mil semé a commencé son développement ; mais la plupart du temps il n'a pas supporté la longue période de sécheresse qui a suivi. Une deuxième vague de semis (suite à la pluie du 4 juillet), et même une troisième (après la pluie du 18 juillet) ont dû être réalisées par la suite.

Les cultures qui ont réussi à passer les poches de sécheresse, sans resemis, ont donné de bien meilleurs rendements. Il en va ainsi des parcelles de Ndiayène et de Ngoulanguème, où la nature du sol a permis de conserver une humidité suffisante (sols Deck-Dior)

Par contre les groupements de Ndounème et Keur Jaraaf qui ont dû semer trois fois, n'ont quasiment rien récolté. La parcelle, en retard de croissance, a de plus subi de fortes attaques parasitaires (chrysomèles). Des résultats assez similaires ont pu être observés sur les parcelles voisines

Ces différences entre groupements semblent essentiellement liées aux aléas climatiques et à la nature des parcelles. On peut également estimer que la gestion d'une parcelle collective s'avère plus difficile en conditions critiques, la culture peut gravement souffrir de petits retards comme ce fut le cas cette année

433 / *Compostage*

Cinq fosses compostières cimentées ont été construites en juin à raison d'une par groupement. Les dimensions retenues étaient de 2m x 2m x 1,4m, soit un volume intérieur de 4,7m³. Ce volume était prévu pour recevoir environ 1 tonne de paille (quantité produite sur la parcelle de 2500 m²). La production de compost résultante (800 kg) devait permettre de couvrir largement les besoins en compost de la parcelle de culture (500 kg, pour une dose de 2t/ha). Le choix des sites a été réalisé par les groupements, sur les conseils des services de recherche. Il était le résultat d'un compromis entre les exigences suivantes

- proximité d'un point d'eau, afin de faciliter l'arrosage de la fosse en cas de besoin. Mais l'éloignement devait être suffisant pour éviter toute contamination de l'eau par le rassemblement des matières à composter
- proximité de sources de fumier, constituées par les bovins et les petits ruminants en stabulation afin d'alimenter les fosses plus aisément

Une formation aux techniques de compostage depuis la collecte et la préparation des matériaux jusqu'à l'utilisation du compost aux champs, a été menée auprès des femmes de chaque groupement.

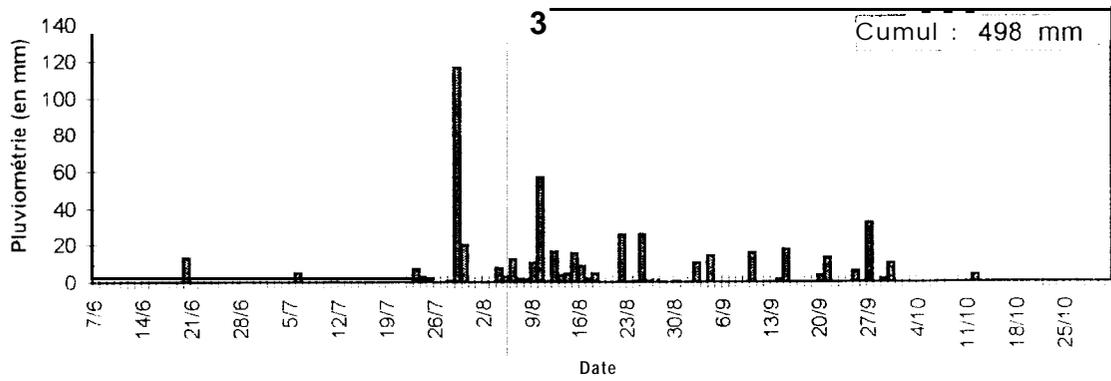
Les fosses ont été remplies avant l'hivernage avec des pailles de mil, des herbes sèches et du fumier. On a pris soin de disposer au fond des fosses une couche de rafles de mil d'environ 10 cm, afin d'y maintenir une certaine aération. Les pailles ont été hachées avant d'être mises à composter et l'on a alterné des couches de 30 cm de pailles et de 5 à 10 cm de fumier. Les fosses ont été abondamment arrosées, puis recouvertes d'une ancienne palissade. Ceci afin de limiter les pertes par évaporation et les excès d'eau, tout en permettant la circulation du courant ascendant d'air chaud se dégageant de la fosse en cours de fermentation.

Le compostage réalisé étant un compostage d'hivernage, c'est pourquoi nous avons essentiellement compté sur les eaux météoritiques pour entretenir le processus.

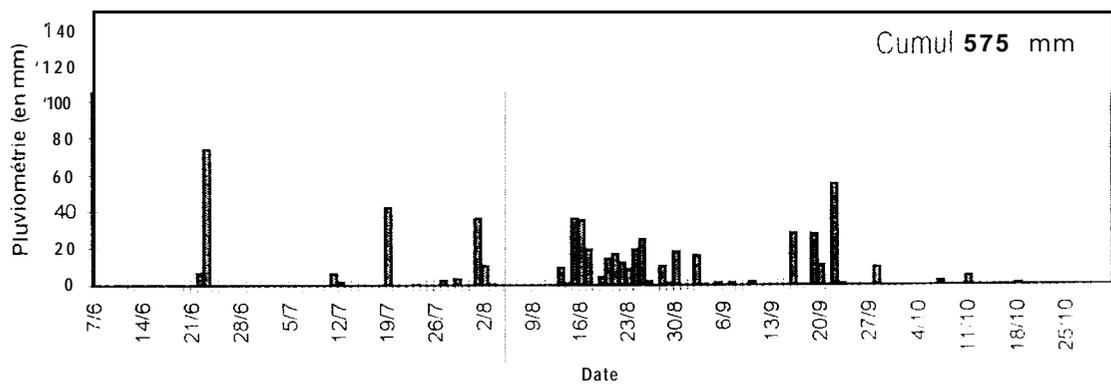
Figure 2 :

Pluviométrie journalière à Bambey de 1994 à 1996

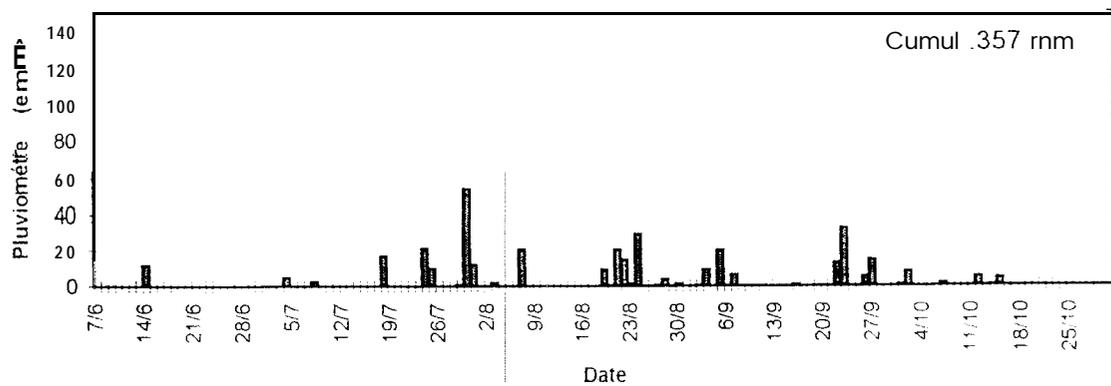
Pluviométrie à Bambey - Campagne 1994



Pluviométrie à Bambey - Campagne 1995



Pluviométrie à Bambey - Campagne 1996



Cependant la faiblesse des hauteurs de précipitations, ainsi que l'hétérogénéité de leur répartition au cours du temps (cf. histogramme pluviométrique), ont entraîné une alternance de trois grandes phases d'assèchement (suivies parfois de phases d'engorgement) nuisibles au bon déroulement du compostage.

Au terme du processus, le compost a été «dépoté» fin décembre afin de servir de fertilisant pour le maraîchage. Le groupement de Ngoulanguème a particulièrement bien mené les opérations et a ainsi pu obtenir 48 bassines, soit 750 kg d'un compost bien décomposé qui a permis de fertiliser les parcelles maraîchères mises en place. Ce groupement pourra servir de modèle aux autres à l'avenir.

Le groupement de Ndounème a obtenu la même quantité de compost, mais il était beaucoup moins bien décomposé. De même, les autres groupements ont produit une part importante de compost mal décomposé, qu'ils ont dû compléter avec du fumier pour apporter sur les parcelles maraîchères. Ceci peut être attribué au non respect de certaines consignes :

- le hachage des pailles a souvent été négligé ce qui peut retarder considérablement leur décomposition

- peu ou aucun arrosage de complément n'a été pratiqué. Les femmes comptant toujours sur les pluies qui « devaient venir »

En plus du respect de ces consignes, il faudra à l'avenir veiller :

- à un autocontrôle régulier - piquet enfoncé afin de vérifier le niveau d'eau et la température dans la fosse. Contrôle du niveau de décomposition

- à opérer le retournement pour brasser le compost et accélérer les processus de décomposition à réaliser - une couche bien aérée en fond de fosse (rafles de mil + branches) et éventuellement des voies d'aération verticales (piquets de bois aux anses)

La construction des fosses, et donc la production de compost par les groupements, ne fut possible qu'à partir de juin 1995. Le compost, produit en hivernage, n'a donc pu être testé sur grande culture, mais il a servi aux activités maraîchères.

Les fosses ont de nouveau été remplies début 1997 pour réaliser un cycle de compostage avant l'hivernage. On veillera au cours de cette campagne à améliorer la maîtrise technique du processus par les groupements féminins.

44 / Conclusion

Malgré une campagne 1996 très difficile sur le plan climatique, certains groupements ont obtenus des résultats fort encourageants (Ngoulanguème, Ndiayène et Sango) Pal :- contre la sécheresse rencontrée a posé quelques problèmes à d'autres groupements.

En ce qui concerne le volet compostage, un suivi plus rapproché et des améliorations doivent être réalisés. Les conditions climatiques de l'année ont induit un ralentissement considérable de la fermentation qui aurait cependant pu être corrigé avec le respect de certaines consignes. En tout état de cause, il apparaît nécessaire de faire comprendre aux femmes impliquées que le processus nécessite un certain suivi et qu'il ne suffit pas de remplir les fosses et d'attendre pour récupérer le produit fini. Il faut espérer que l'exemple de Ngoulanguème fera tâche d'huile au niveau des autres groupements.

V - VOLET AGROFORESTERIE

51 / Objectifs

L'objectif de cette action était de prouver et de vulgariser les possibilités de protection des exploitations agricoles grâce à des haies vives défensives.

Plus spécifiquement, il s'agissait de mettre en place ces haies vives autour des parcelles de culture des groupements, afin de les protéger des animaux divaguants et de limiter l'érosion éolienne des sols. Un accent particulier a été mis sur la formation aux techniques de plantation de haies vives, et de mise en place de pépinières forestières.

52 / Matériel et méthodes

En 1995, la plantation de haies vives a été entreprise autour des parcelles de culture de deux groupements (Ndiayène et Keur Jaraaf). Un essai de comportement en milieu réel a été étudié pour quatre espèces : *Acacia mellifera*, *Prosopis juliflora*, *Acacia nilotica* et *Acacia tortilis*. Celles-ci ont été plantées en haies monospécifiques, selon un dispositif en trois blocs complets randomisés, à raison de :

- 33 plants par espèce à Ndiayène soit 132 plants par bloc pour un total de 396 plants.
- 36 plants par espèce à Keur Jaraaf, soit 144 plants par bloc pour 432 plants au total.

Les plants provenaient de la pépinière du CNRA.

La hauteur, le diamètre et le taux de survie ont été mesurés six mois après plantation ils sont présentés en annexe.

En 1996, une nouvelle plantation a été réalisée au niveau des parcelles de culture des trois autres groupements. Les mêmes espèces ont été utilisées en haies monospécifiques, seul *Acacia mellifera* n'a pas été reconduit. Des associations ont, de plus, été testées

Prosopis juliflora et *Zizyphus mauritiana*

Acacia nilotica et *Zizyphus mauritiana*

Acacia tortilis et *Zizyphus mauritiana*

Prosopis juliflora et *Acacia nilotica*

La pépinière initialement prévue à proximité de l'école de Bambey sérère a finalement dû être conduite au niveau du CNRA, en raison du caractère tardif de sa mise en place et de la rigueur des conditions climatiques. Des séances de formation pratique, en pépinière, ont cependant été réalisées pour les femmes afin de leur permettre de s'approprier la technique. De même, les plantations ont impliqué la quasi-totalité des membres des groupements.

La formation a porté sur les opérations de

- collecte du matériel de pépinière (sable, terre, au...), tamisage du terreau et mélange
- rempotage et arrimage des gaines, arrosage
- prétraitement des graines, semis
- repiquage, démarriage des plants, désherbage des gaines
- plantation et protection des plants

Les mêmes paramètres qu'en 1995 ont été mesurés six mois après les nouvelles plantations, au niveau des 5 sites.

Le détail des traitements par site est indiqué sur les plans des dispositifs joints en annexe 1. Les résultats pour chaque groupement sont présentés en annexe 2.

53 / Résultats - Discussion

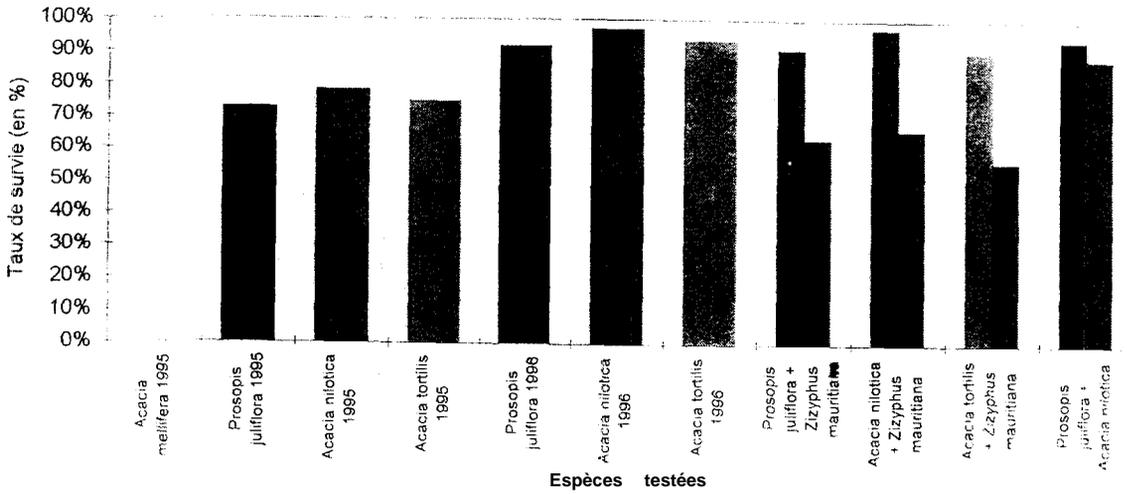
53.1 / Mensurations des plantations de 1995

Dès les premières mesures à Ndiayène, les différentes espèces ont montré des différences significatives de croissance en hauteur avec, par ordre décroissant *Prosopis juliflora*, *Acacia nilotica*, *Acacia tortilis* et *Acacia mellifera*. Ce dernier s'est moins bien développé en hauteur mais a eu un taux de survie maximum (100 %). Le diamètre atteint par les différentes espèces était sensiblement le même ; seul *Acacia tortilis* s'est peu développé en diamètre.

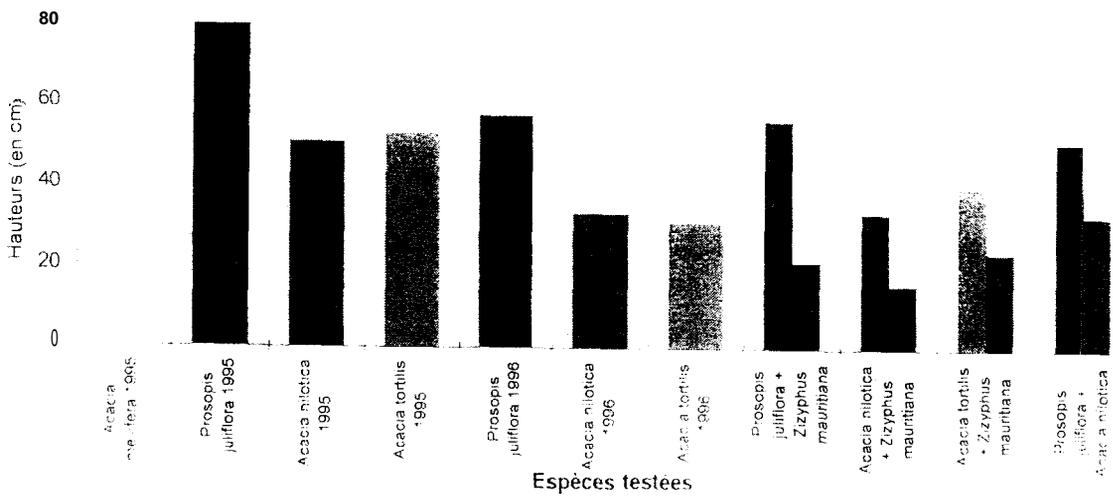
En ce qui concerne le groupement de Keur Jaraaf, seule la hauteur des espèces a été mesurée en 1995, et l'on a retrouvé le même classement qu'à Ndiayène : le *Prosopis juliflora* a atteint la plus grande taille - 60 cm en moyenne -, tandis qu'*Acacia nilotica* mesurait seulement 45 cm, *Acacia tortilis* 37 cm et *Acacia mellifera* 36 cm. Dans l'ensemble, les espèces se sont bien comportées sur le terrain.

Figure 3 :

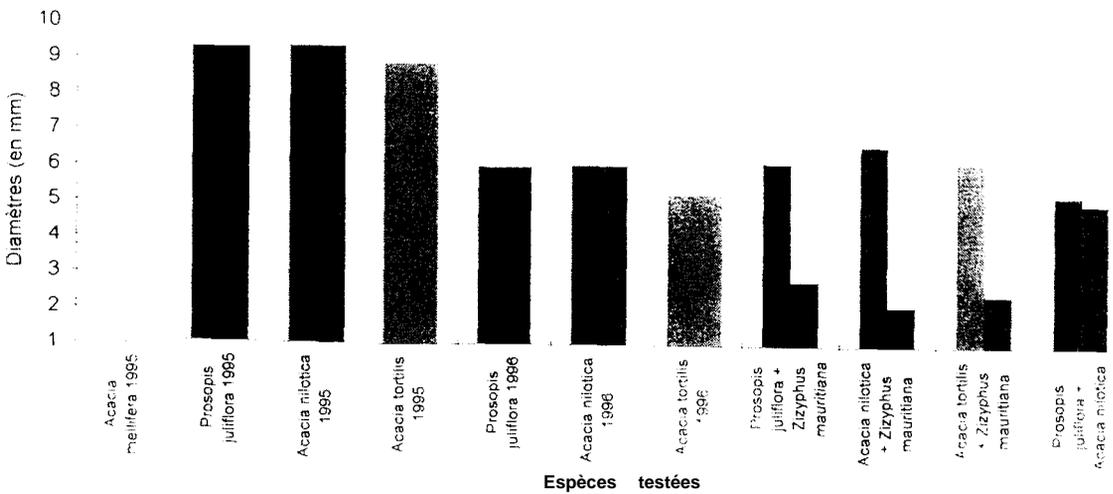
Taux de survie moyens des plants de haies vives de Bambey sérère



Hauteurs moyennes des plants de haies vives à Bambey sérère



Diamètres moyens des plants de haies vives à Bambey sérère



Dix huit mois après plantation, les arbres de Ndiayène et de Keur Jaraaf ont **connu** des évolutions assez comparables, avec cependant quelques différences portant surtout sur le diamètre atteint

Les écarts initialement constatés entre les taux de survie des différentes espèces ont eu tendance à se compenser : les quatre espèces ont eu en 1996 des taux de survie voisins de 75 % (respectivement 73%, 78%, 75% et 76% pour les espèces précédemment citées, cf. figure 3).

Prosopis juliflora a montré une croissance en hauteur nettement supérieure à celle des autres espèces pour atteindre en moyenne 80 cm à Ndiayène et 77 cm à Keur Jaraaf.

Acacia tortilis a rattrapé, puis dépassé *Acacia nilotica*. Ce dernier et *A. mellifera* ont semblé stagner cette année. *A. mellifera* est resté l'espèce la moins développée en hauteur (38 cm).

Prosopis juliflora et *Acacia nilotica* ont également connu une bonne croissance en diamètre surtout à Ndiayène, atteignant une moyenne de 9,3 cm (soit le double de l'année précédente). Les autres espèces se sont également bien développées en diamètre : + 3,5 cm.

532 /Mensurations des plantations de 1996

Chaque espèce s'est comportée de manière sensiblement similaire sur chacun des trois sites. On a pu constater la bonne croissance en hauteur du *Prosopis juliflora* (57 cm), ainsi qu'un diamètre conséquent (6cm) et un taux de survie de 92 %.

Acacia nilotica et *A. tortilis* ont montré des taux de survie encore meilleurs (respectivement 97 et 94%), mais une croissance en hauteur nettement moindre (33 cm et 31 cm de hauteur), pour un diamètre moyen de 6 cm et 5,2 cm

(ces espèces ont eu des comportements sensiblement identiques en culture pure et en association). L'espèce associée, *Zizyphus mauritiana*, a connu un faible développement en hauteur (20 cm) et en diamètre (2,5 cm). Cette différence de développement peut être bénéfique dans l'optique de créer une haie plus hermétique grâce à deux strates imbriquées : une strate haute et une strate basse. Cependant, il faut souligner ici la forte mortalité de *Zizyphus mauritiana* (37% en moyenne), et ce quelle que soit l'espèce associée. Ceci peut être dû à l'état assez chétif des plants mis en place. Il serait donc souhaitable d'assurer un nouveau remplissage.

54 / Conclusion

Les espèces introduites se sont, dans l'ensemble, bien comportées. Seul *Zizyphus mauritiana* a rencontré quelques difficultés. Il faudra donc prévoir, à l'avenir, de remplacer les manquants soit par *Zizyphus mauritiana* s'il parvient à assurer sa survie et un développement convenable, soit par une autre espèce mieux adaptée.

La formation a été bien suivie; et il est probable que l'expérience sera reconduite au niveau du village.

VI - VOLET MARAICHAGE

61 / Objectif

Cette activité avait pour but de générer de nouvelles sources de revenus et de denrées pour les populations. Le maraîchage étant exigeant en main d'œuvre et la saison sèche constituant une période de moindre activité, il était possible de développer une culture irriguée de contre-saison.

62 / Matériel et méthodes

Dans chacun des cinq groupements, une pépinière maraîchère de 6 m² a été implantée pour les spéculations suivantes

- chou (Marché de Copenhague)
- aubergine (Black Beauty)
- laitue (Blonde de Paris)
- oignon (Red Créole)
- tomate (Xina)

Parallèlement à cela, une séance d'initiation à la conduite d'une telle pépinière a été menée.

Dans chaque groupement, une parcelle de: 625 m² (25 m x 25 m) a été mise en place et protégée par des palissades. Pour cette première année, du compost a été fourni par l'ISRA. Associé au fumier produit localement, il a assuré la fumure de fond des planches mises en place. Les repiquages ont été échelonnés dans le temps suivant le calendrier suivant

- sang0 26/12/95 -> 1/01/96
- Ndiayène 4/01/96 -> 6/01/96
- Keur Jaraaf 9 et 10/01/96
- Ndounème 24 au 29/01/96
- Ngoulanguème 2 au 5/02/96

Cet échelonnement avait pour but d'étaler la production dans le temps, afin d'éviter la concurrence entre groupements pour la vente de légumes. Une séance de formation aux techniques de repiquage, ainsi qu'au suivi des cultures maraîchères, a été organisée.

63 / Résultats - discussion

Les résultats de la campagne sont présentés dans les tableaux 3 et 4

Les légumes produits ont été écoulés facilement. Il a même été possible de les vendre plus cher que le prix du marché, étant donné que les déplacements pour les acheter étaient réduits. L'échelonnement des dates de repiquage a porté préjudice aux groupements entrant en production le plus tardivement. Lorsque le repiquage a été trop tardif: la croissance végétative a fortement souffert des températures élevées, et la production s'en est ressentie. De plus, au niveau des groupements, de Ndounème et de Ngoulanguème, une attaque (virulose) a porté atteinte aux plantations de salades.

En raison de la forte demande en produits maraîchers rencontrée, et compte tenu des difficultés précédemment citées, il a été décidé de rapprocher les dates de production dans les différents groupements et de jouer plutôt sur l'échelonnement au niveau de la parcelle. De plus, une nouvelle spéculation a été introduite: la carotte. Des pépinières de 10 m² ont donc été installées au niveau de chaque groupement? du 4 au 9/12/96, pour les spéculations suivantes:

- laitue (Blonde de Paris)
- oignon (Violet de Galmi)
- chou (Marché de Copenhague)
- aubergine (Black Beauty)
- tomate (Xina)
- carotte (Demi-longue Touchon)

Ces plantations furent accompagnées d'une nouvelle séance de formation impliquant les femmes au maximum.

64/ Conclusion

Il faut noter que ce volet a été: fort bien apprécié par les femmes en raison des bénéfices de l'opération et de la disponibilité en produits maraîchers qu'il a apporté. Seul le groupement de Ngoulanguème n'a jamais été ni optimiste, ni enthousiaste pour le maraîchage et les résultats de l'année dernière, comme ceux de cette année s'en ressentent. Ceci peut s'expliquer par une plus grande facilité d'approvisionnement en raison de la proximité immédiate du marché: et de l'axe routier.

Volet maraîchage

Tableau 3 :

Etat des dépenses par groupemen

Matériels agricoles et intrants	Prix Unitaire	Quantité par groupement	Sango	Ndiayène	K. Jaraaf	Ndounème	Ngoulaguème
Arosoirs	2 500 F	2	500 F	500 F	500 F	500 F	500 F
Pelles Bechers	2 400 F	2	4 800 F	4 800 F	4 800 F	4 800 F	4 800 F
Brouettes	30 000 F	1	30 000 F	30 000 F	30 000 F	30 000 F	30 000 F
Binettes	2 000 F		2 000 F		2 000 F		2 000 F
Râteaux	1 100 F	2	2 200 F	2 200 F	2 200 F	2 200 F	2 200 F
Pelles rondes	1 500 F	1	1 500 F	1 500 F	1 500 F	1 500 F	1 500 F
Cordons	25 F	35 m	875 F	875 F	875 F	875 F	875 F
Aubergines Black	24 F	20g	478 F	478 F	478 F	478 F	478 F
Oignon read Gréole	37 F	20 g	940 F	940 F	940 F	940 F	940 F
Laitue blonde de Paris	300 F	1 sachet	300 F	300 F	300 F	300 F	300 F
Clou Marché de Copenhague	300 F	10 g	300 F	300 F	300 F	300 F	300 F
Tomate Xina	600 F	20 g	600 F	600 F	600 F	600 F	600 F
Decis 250 cc	2 sou F	50 cc	500 F	500 F	500 F	500 F	500 F
Decis 500 cc	5 000 F	100 cc	1 000 F	1 000 F	1 000 F	1 000 F	1 000 F
Engrais 10-10-20	8 000 F	10 kg	1 600 F	1 600 F	1 600 F	1 600 F	1 600 F
Pouhies	7 000 F	1	7 000 F	7 000 F	7 000 F	7 000 F	7 000 F
			59 093 F	57 093 F	59 093 F	77 093 F	59 093 F

Tableau 4:

Ventes:

Groupement	VENTES	SPECULATIONS					Total recettes
		Laitue (pièces)	C 1011 (kg)	Tomate (kg)	Aubergine (kg)	Oignon (kg)	
Sango	Quantité	739	2 91	174	197	125	
	Prix total	25 885 F	3 51				
Ndiayène	Quantité	683		217,5	248,5	37,5	
	Prix total	23 935 F	8 830 F	21 780 F	24 865 F	5 625 F	95 035 F
Keur Jaraaf	Quantité	272	1 4 9	102,75	206	56	
	Prix total	9 550 F	4 990 F	10 275 F	20 600 F	8 400 F	113 815 F
Ndounème	Quantité	332	89	57	85	43	
	Prix total	11 620 F	3 900 F	6 700 F	13 500 F	6 450 F	418 170 F
Ngoulanguème	Quantité	63	20	142	58	12	
	Prix total	2 200 F	2 000 F	14 200 F	5 800 F	1 800 F	26 000 F

Chiffres en *italique* -- chiffres approximatifs du fait d'un suivi non régulier et de dons internes au groupement

Groupement	Recettes - Dépenses	Recettes - Dépenses'
Sango	58 952 F	101 652 F
Ndiayène	37 942 F	79 042 F
Keur Jaraaf	4 722 F	47 422 F
Ndounème	-15 923 F	25 177 F
Ngoulanguème	-33 093 F	9 607 F

Dépenses' = en considérant un amortissement du matériel sur 5 ans

VII - ACTIVITES D'EMBOUCHE

71 /Objectif

L'embouche en saison sèche est une activité: génératrice de revenus, de par les bénéfices qu'elle peut engendrer si les opérations sont bien menées et si le marché est favorable. En outre, elle favorise la production de matières organiques directement utilisables pour la fertilisation (notamment sur les cultures maraîchères qui ont lieu à cette période) et pour favoriser l'humification des résidus pailleux par les techniques de compostage

L'objectif était ici de profiter des bénéfices de l'opération sous ces deux aspects, à la fois pour générer des revenus, et pour produire de la matière organique fertilisante

72 / Matériel et méthodes

En 1996, une discussion préalable avec les femmes a permis d'orienter leur choix sur l'embouche des moutons, en perspective des fêtes religieuses de la Tabaski. La conduite et la gestion relativement simple de ce type d'élevage leur permettrait d'effectuer- parallèlement d'autres activités (maraîchage,)

Cependant, un appui du point de vue technique (concernant le choix des animaux d'une alimentation adéquate., le suivi sanitaire et la construction d'un habitat convenable pour la conservation du fumier) était nécessaire pour accroître les performances pondérales des moutons à emboucher

Il a consisté en un encadrement et un suivi de la pratique de l'embouche. L'encadrement (conseils) a été réalisé avec le soutien et la collaboration des superviseurs du projet dans les différents villages. Ces derniers, avec l'aide des techniciens de l'ISRA, étaient chargés du suivi de proximité, compte tenu de leur disponibilité et de leur- expérience. Des recommandations techniques, allant du choix des animaux jusqu'à leur alimentation ont accompagné le suivi des opérations. Les principaux points descriptifs de ces recommandations sont énumérés ci-après

721 / Choix des animaux au départ de l'embouche

Ce choix devait tenir compte

- de l'état sanitaire des animaux au départ
- de l'âge il faut éviter les animaux trop jeunes ou trop vieux .
- des considérations coutumières, surtout en vue des exigences de la Tabaski (cornage infirmités) ,

D'autre part, la date de démarrage des opérations d'embouche devait être arrêtée en prévision de la période de vente.

Le déparasitage des animaux a été systématiquement réalisé au début et à la mi-embouche. l'exhelm 150 mg pouvant être utilisé à raison d'un comprimé par animal de 20 kg

722 /Abri et matériaux

L'habitat des animaux, ainsi que leur alimentation devait prendre en compte les disponibilités au sein de l'exploitation

- conservation d'un stock four-rager résidus de culture foin de brousse au départ de l'opération d'embouche ,
- construction d'un abri ombragé, aéré et protégé des voleurs et des prédateurs
- creusage d'une fosse fumière ou compostière pour la conservation du fumier ,
- mise en place d'un mangeoir et d'un abreuvoir pour limiter les pertes d'aliments .
- apport et renouvellement de la litière, une fois qu'elle est bien piétinée (tous les 4 à 5 jours), pendant toute la durée de l'opération. Cela permet une production de fumier- de qualité, en quantité suffisante.

723 / Alimentation des animaux

Dans le souci de valoriser les sous-produits agricoles et de rendre les opérations moins coûteuses, la ration alimentaire des animaux devait être élaborée à partir des produits disponibles dans l'exploitation. La ration préconisée ici pour les ovins se compose, pour un animal de poids compris entre 40 et 50 kg., de :

- * fane d'arachide : 2 à 3 kg/animal/j
- * son de mil : 250 à 500 g/animal/j
- * tourteau d'arachide (racal) : 250 à 500 g/animal/j
- * pailles ou foin à volonté comme aliment de lest

Elle vise un gain de poids compris entre 200 et 300 grammes/jour/animal. Le complément minéral vitaminé pouvait être apporté sous forme de pierre à lécher, ou à défaut de son trempé et mélangé avec du sel.

Lors du déparasitage des animaux, au démarrage de l'embouche, il fut nécessaire de respecter 10 à 15 j d'affouragement durant lesquels l'alimentation était uniquement composée de fanes ou de pailles, et l'abreuvement des animaux n'était pas limité. L'apport de concentrés a été effectué par la suite

724 / Suivi des performances des animaux

Des pesées en début et fin d'embouche (à l'aide de pesons) ont permis d'apprécier les performances pondérales des animaux, ainsi que la rentabilité économique des opérations pour chaque groupement. Ce suivi a été réalisé à l'aide de fiches, dont les données ont été recueillies par les superviseurs du programme

73 / Résultats - Discussion

Les résultats du suivi effectué ont permis d'identifier les principales contraintes de la mise en oeuvre des activités d'embouche, ainsi que les difficultés techniques rencontrées dans les différents groupements

Le tableau 1 donne les éléments du suivi des 15 animaux qui ont fait l'objet d'embouche

En moyenne, le gain pondéral obtenu a atteint 3,7 kg par animal, pour une durée moyenne de 50 jours. Le gain moyen quotidien (GMQ) obtenu par animal a été de 74 g/j, avec un maximum de 160 g/j. Les animaux au départ de l'embouche avaient un poids compris entre 24 et 43 kg.

La combinaison des facteurs suivants apparaît comme la cause principale de l'insuffisance des performances techniques réalisées :

- un achat tardif des animaux, au mois de mars. La Tabaski étant prévue pour le mois d'avril, la durée de l'engraissement a été relativement courte
- l'état des animaux au départ de l'embouche (poids faible, jeune âge, animaux fatigués)
- une alimentation défectueuse : dans certaines exploitations, les groupements n'avaient pas recours aux quantités de concentré recommandées

En conséquence, les poids obtenus à la fin n'offraient pas des animaux de premier choix pour la fête de la Tabaski

Certains groupements ont eu des taux de rentabilité faibles, voire même déficitaires (cas du groupement de Sango), ayant dû vendre leurs animaux à perte ou n'ayant trouvé d'acquéreur que tardivement.

Cependant, les animaux suivis ont pu être vendus, avec des taux de rentabilité variant de -6% à 45%. Le tableau 2 donne, par groupement, les résultats économiques du suivi

La rentabilité a été en moyenne de 16,5 % pour toutes les opérations, ce qui est acceptable si on tient compte des insuffisances techniques mentionnées plus haut. De plus, en 1996, la concurrence a été très sévère pour l'élevage ovin. A cette période, l'offre a dépassé la demande, d'où des prix de vente peu rémunérateurs.

Tableau 1 : Caractéristiques des animaux vifs

N° animal	Groupement	Poids début (kg)	Prix d'achat CFA	Frais totaux en CFA (aliment, transport)	Poids fin (kg)	Prix de vente CFA	Durée (51 j)
1	Ndiayène	34	32500	2525	42	37500	62
2	Ndiayène	26	17000	2153	32	22500	45
3	Ndiayène	24	16500	2153	25,5	22500	45
4	Ngoulanguème	25,5	16500	736	24,5	25000	51
5	Ngoulanguème	34,5	32500	775	41,5	36500	51
6	Ngoulanguème	24,5	16500	738	27	22000	51
7	Ndounème	26	16500	738	29	22500	51
8	Ndounème	32	18500	775	34,5	20000	51
9	Ndounème	33	32500	775	38	36000	51
10	Sango	43	32500	6000	49	45000	51
11	Sango	26	17500	393	37	23500	51
12	Sango	26	17000	5888	28	21500	51
13	Keur Jaraaf	39	32500	850	40	37500	51
14	Keur Jaraaf	25	16500	738	26,5	22500	51
15	Keur Jaraaf	31,5	17500	775	33,5	22500	51

Tableau 2 : Performances techniques et économiques des opérations

N° animal	Groupement	Différentiel de poids (kg)	Marge nette en FCFA	Investissements en FCFA	Rentabilité en %
1	Ndiayène	8	2475	35025	7%
2	Ndiayène	6	3347	19153	17%
3	Ndiayène	1,5	3847	18653	21%
4	Ngoulanguème	-1	764	17236	45%
5	Ngoulanguème	7	3225	33275	10%
6	Ngoulanguème	2,5	4762	17238	28%
7	Ndounème	3	5262	17238	31%
8	Ndounème	2,5	725	19275	4%
9	Ndounème	5	2725	33275	8%
10	Sango	6	6500	38500	17%
11 - 1	Sango	8	75	23425	0%
12	Sango	2	-1388	22888	-6%
13	Keur Jaraaf	1	4150	33350	12%
14	Keur Jaraaf	1,5	5262	17238	31%
15	Keur Jaraaf	2	4225	18275	23%

74 / Conclusion

Pour ce qui est des performances techniques obtenues dans cette étude, seuls les groupements de Sango et de Ndiayène ont obtenu des gains moyens quotidiens supérieurs à 3 00 g/j/animal en moyenne. Dans les autres groupements, les valeurs des GMQ sont comprises entre 14 et 15 g/j/animal en moyenne.

Les meilleures performances économiques ont été enregistrées dans le groupement de Ngoulanguème avec un taux de rentabilité de 28 %. Ce taux, ainsi que ceux des autres groupements, respectivement 22 %, 15 %, 14,3 %, 3,7 % pour Keur Jaraaf, Ndiayène, Ndounème, et Sango, sont généralement susceptibles d'être améliorés.

Les résultats obtenus dans cette étude sont donc très limités et variables, en raison de la variabilité du suivi des recommandations techniques mentionnées précédemment.

La prise en compte de ces différents aspects dans les opérations futures pourrait améliorer les performances techniques et économiques de l'embouche.

La fragilité des systèmes agricoles de la zone renforce la nécessité de développer et d'améliorer le rôle de l'embouche dans la sécurisation des productions. L'embouche ovine; qui est l'apanage des femmes, peut de plus contribuer à réduire l'exode pendant cette période

Conformément au choix de chacun des cinq groupements, une opération d'embouche bovine est conduite en 1997. Après concertation et tirage au sort, un achat décalé des animaux a été effectué

VIII - VOLET TRANSFORMATION PRIMAIRE DES CEREALES

81 / Objectif

Cette activité vise d'une part, à alléger la charge de travail que constitue la mouture des céréales et d'autre part, à générer des revenus pour les groupements féminins. Ces deux points doivent leur permettre de mener plus facilement d'autres activités, elles-mêmes rémunératrices. La formation des femmes à la gestion de dette: activité devrait leur permettre d'appréhender de façon plus précise les problèmes de bilans économiques (et ce d'autant plus que des cours d'alphabétisation débutent actuellement).

82 / Matériel et méthodes

821 / Site d'implantation du décortiqueur-moulin

Pour le choix du site d'installation, un consensus a été trouvé entre les groupements. Le site retenu (Mbidé) se trouve en position centrale par rapport aux différents quartiers concernés. De plus, cette implantation le distingue des moulins privés - situés à proximité de l'axe routier et du marché de Ngoulanguème -, sa vocation n'étant pas exactement la même.

A l'emplacement choisi, un abri en dur a été construit, afin d'accueillir l'unité combinée de décortiquage et de mouture de type villageois. Il devrait permettre un travail aisé autour des machines (décortiqueur CIS + moulin SISMAR + moteur diesel).

L'installation a pu être réalisée fin février 1997.

822 / Mode de gestion

Les groupements féminins ont retenu un mode de gestion qui a été défini en concertation avec les agents de l'ISRA impliqués, sur la base des expériences déjà menées :

- un meunier titulaire est chargé de la parue technique des opérations, un assistant est également formé pour le seconder ou le remplacer en cas de besoin.

- un comité de gestion, constitué de deux femmes de chaque groupement, a été élu. Il se compose d'une présidente, d'une vice-présidente, d'une trésorière, d'une trésorière adjointe, d'une secrétaire, d'une secrétaire adjointe et de quatre commissaires aux comptes.

- pour un meilleur suivi des opérations financières et des performances de la machine, des cahiers seront tenus et remplis régulièrement :

- le meunier dispose d'un cahier pour le suivi technique (enregistrement du poids moulu, des recettes, des heures de fonctionnement, des quantités d'huile et de gasoil achetées et des fi-ais divers)

- parallèlement, la trésorière dispose d'un cahier renfermant les mêmes informations, excepté les heures de fonctionnement. Le contrôle des quantités moulues et décortiquées est réalisé par les femmes membres de groupements désignés à tour de rôle. Ces dernières encaissent les règlements et font le versement au niveau de la trésorière à la fin de chaque journée (système de jetons)

- sur la base de ces cahiers, la secrétaire tient un registre renfermant les données mensuelles ; elle est chargée de transmettre les fiches de suivi à l'ISRA.

823 / *Mise en place - Formation - Evaluation*

Le programme de mise en place et de formation suivi se décomposait comme suit

- 1/ Installation de l'unité et suivi de quelques opérations de mouture
mesures de rendement et de consommation
- 2/ Formation sur le moteur
circuit d'alimentation, utilité du gasoil, de l'air, de l'huile, entretien à faire
+ mesures de rendement et de consommation
- 3/ Cours sur le moulin et le décortiqueur, organisation du travail
- 4/ Test des meuniers + révision des cours sur le moteur, le moulin et le décortiqueur
- 5/ Organisation du travail du comité de gestion + révision générale et recommandations

Le suivi technico-économique sera réalisé principalement par- l'analyse des fiches fournies (cf modèle ci-joint), et grâce à des visites sur le terrain

83 / **Résultats - Discussion**

Les premiers résultats obtenus pour la première semaine font état de recettes de 47 995 F pour 39 heures de fonctionnement, 50 l de gasoil consommé (soit 15 000 F) et 4365 kg de farine moulue

Ces résultats sont fort encourageants. Une période d'essai devrait permettre de déterminer pour l'avenir la clé de répartition de ces bénéfices entre groupement, meunier, amortissement et fonctionnement.

IX - **CONCLUSION**

L'ensemble des données obtenues dans le département de Bambey par les femmes montre l'intérêt qu'elles portent au paquet de technologies mis en place. Ceci a permis de tester l'engouement de tout un chacun pour les thèmes abordés (intérêt de la gestion de la matière organique, fertilisation des parcelles, formation aux techniques de maraîchage, d'embouche et de compostage). Certes, il reste beaucoup à faire, mais de nombreuses dynamiques sont lancées, notamment grâce aux actions de formation pratique. Elles devraient se concrétiser par une maîtrise croissante des techniques utilisées et la mise en place d'un système de production amélioré, permettant une préservation durable, ainsi qu'une exploitation rentable de la fertilité des sols et de la biomasse. Ceci, tout en offrant des denrées et des ressources financières conséquentes, ainsi qu'un confort de vie amélioré.

Les bénéfices tirés de l'opération ont permis, en association avec le Foyer des jeunes de Bambey sère, de financer l'installation d'un dispensaire au cœur même de Bambey sère. Cela a été rendu possible grâce à une cohésion renforcée entre membres et entre quartiers. L'exemple tend à s'étendre et de six initialement, on est aujourd'hui passé à treize quartiers, où les femmes s'organisent en groupements féminins actifs.