



14.300 HAT

(/-) NALYSE DE RENTABILITE FINANCIERE ET
ECONOMIQUE DE L'UTILISATION DE L'ENGRAIS
en CASAMANCE

14.300 HAT

Serie : DOCUMENTS DE TRAVAIL

République du Sénégal

Ministère du Développement Rural

SOCIETE DE MISE EN VALEUR AGRICOLE
DE LA CASAMANCE (S O M I V A C)

BUREAU D'ETUDES, DE L'EVALUATION ET
DE LA PROGRAMMATION (B.E.E.P.)

// -) NALYSE DE RENTABILITE FINANCIERE ET
ECONOMIQUE DE L'UTILISATION DE L'ENGRAIS
en CASAMANCE

Par THILO HATZIUS *

* AGRO-ECONOMISTE
CONSEILLER TECHNIQUE B.E.E.P./SOMIVAC.

CONSEILLER TECHNIQUE B.E.F.P./SOMIVAC.

* AGRO-ECONOMISTE

Par THILO HATZIUS *

en CASAMANCA

ECONOMIQUE DE L'UTILISATION DE L'ENGRAIS

ANALYSE DE RENTABILITE FINANCIERE ET //(-))

BUREAU D'ETUDES, DE L'EVALUATION ET
DE LA PROGRAMMATION (B.E.F.P.)

SOCIETE DE MISE EN VALEUR AGRICOLE
DE LA CASAMANCA (S O M I V A C)

Ministère du Développement Rural

République du Sénégal

AVANT PROPOS -

La présente analyse fut suggérée par le responsable du projet USAID en Basse Casamance pour justifier un programme de crédit pour les engrais dans le cadre du projet.

La question de la rentabilité de l'utilisation d'engrais chimique fut aussi discutée dans la réunion de la cellule recherche développement en Juin 1983. Il s'agit certainement d'un thème central comme toute recherche sur la réponse des rendements aux engrais doit aboutir à une analyse de rentabilité. Les vulgarisateurs de leur côté ne peuvent pas recommander des doses d'engrais sans les pouvoir justifier au paysan au point de vue de leur impact sur les revenus.

C'est pour permettre aux chercheurs agronomes et aux vulgarisateurs de mieux considérer les questions de rentabilité dans leur travail que la présente analyse met un accent particulier sur l'explication du concept économique de base et sur l'interprétation des résultats. Cette partie du rapport n'intéressera les lecteurs qui ne cherchent qu'une prise de vues de la situation actuelle de la rentabilité de l'utilisation des engrais chimiques en Casamance. Il me reste à remercier toutes les personnes qui ont aidé dans la confection de ce rapport, surtout Monsieur J. POSNER de l'Equipe Systèmes de Production de l'ISRA et mes collègues du BEEP.

Thilo HATZIUS

TABLE DE MATIERES

	<u>Page</u>
AVANT PROPOS	I
TABLE DE MATIERES	II
R E S U M E	IV
1. INTRODUCTION	1
2. SITUATION	
2.1. LES CONDITIONS NATURELLES	2 *
2.2. LES CONDITIONS SOCIO-ECONOMIQUES	3
2.3. LE ROLE DE LA FUMURE DANS LA PRODUCTION AGRICOLE EN CASAMANC	
2.3.1. L'UTILISATION DES ENGRAIS CHIMIQUES	4
2.3.2. LA FUMURE ORGANIQUE	10
2.4. LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EN CASAMANCE	12
3. QUELQUES NOTIONS SUR LE CONCEPT ECONOMIQUE DE BASE	13
3.1. FACTEURS DE PRODUCTION ET FONCTION DE PRODUCTION	13
3.2. LE RATIO COUT/PRIX ET LE RATIO VALEUR/COUT	16
3.3. LA MAXIMISATION DU PROFIT ET LA DOSE OPTIMALE D'ENGRAIS	17
3.4. SIGNIFICATION DE THEME POUR LA PRATIQUE	18
3.5. RENTABILITE ECONOMIQUE	20
4. ANALYSE DE RENTABILITE DE L'UTILISATION DE L'ENGRAIS	
4.1. LES DONNEES DE BASE	21
4.2. LA METHODE D'ANALYSE	23
4.3. LES RESULTATS	24
4.3.1. L'IMPACT DE L'ENGRAIS ET LA RENTABILITE FINANCIERE	24 *
4.3.2. ANALYSE DE SENSIBILITE SUR LA RENTABILITE FINANCIERE	27
4.3.2.1. REDUCTION DE LA SUBVENTION	27
4.3.2.2. REDUCTION DU PRIX AU PRODUCTEUR	29
4.3.2.3. REDUCTION DE L'IMPACT D'ENGRAIS	29
4.3.3. LA RENTABILITE ECONOMIQUE	30

	<u>Page</u>
5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	30
5.1. CONCLUSIONS	30
5.2. RECOMMANDATIONS	31
5.2.1. PROBLEMES A ETUDIER	32
5.2.2. SUGGESTIONS AUX SERVICES DE VULGARISATION	33
5.2.3. SUGGESTIONS POUR LA POLITIQUE AGRICOLE	34
6. BIBLIOGRAPHIE	35
7. ANNEXES	

R E S U M E :

L'UTILISATION DE L'ENGRAIS DANS L'AIRE DE LA SOMIVAC.

- De la Statistique on aperçoit une réduction dans l'utilisation des engrais chimique sur la superficie encadrée par la SOMIVAC de 50 kg/ha en moyenne il y a six ans à 2 kg/ha dans la campagne 1982/83.

- Une fumure de fond avec un engrais NPK a pratiquement été abandonnée dans l'aire du PRS durant campagne 1982/83 ; dans l'aire du PIDAC une proportion réduite de 6 et 5 % des paysans le font pour le riz (aquatique et pluvial respectivement), tandis que pour les autres cultures il est insignifiant.

- L'UREE a été utilisée dans la même campagne par 3 et 11 % des paysans sur le riz aquatique et le riz pluvial respectivement dans l'aire du PRS et par 9 % des paysans de l'aire du PIDAC sur les deux types de riz. 4 % des paysans encadrés par le PRS ont utilisés l'Urée sur le maïs et le mil/sorgho. le PIDAC les chiffres sont insignifiants.

L'IMPACT DE L'ENGRAIS SUR LES RENDEMENTS EN CASAMANCE.

Les essais menés dans différents sites en Casamance pour les cultures principales il y a 10 ans et plus récemment pour le riz pluvial et l'arachide montrent que l'augmentation du rendement par utilisation de doses légères d'engrais chimiques est supérieure à une tonne pour le riz, une demie tonne pour le mil et l'arachide et une tonne et demie pour le maïs.

Pour les doses en thème semi-intensif l'augmentation du rendement dans le cas du riz est autour d'une tonne et demie, dépasse 2 tonnes pour le maïs se situe entre une tonne et une tonne et demie pour le mil et atteint 800 kg pour l'arachide.

LA RENTABILITE DE L'ENGRAIS POUR LE PAYSAN.

Dans la situation des prix en 1983 l'utilisation de l'engrais soit en thème léger soit en thème semi-intensif se montre hautement rentable pour le paysan. Les ratios valeur/coût sont de 4 à 8 pour le riz, de 6 à 8 pour le maïs, de 7 à 8 pour le mil et de 3 à 5 pour l'arachide. Ils montrent, que même en prenant en considération les autres coûts et des risques liés à l'utilisation de l'engrais, son utilisation se révèle très avantageuse pour le paysan.

LA SUBVENTION DE L'ENGRAIS, LES PRIX ET LES RENDEMENTS.

- Avec une réduction de la subvention de l'engrais à 25 % du coût réel, correspondant à un prix d'engrais d'environ 100 F.CFA / kg, le ratio valeur/coût sera toujours au dessus du seuil de deux pour toutes les cultures.

L'élimination complète de la subvention sera critique pour l'arachide mais pas pour le maïs et le mil ainsi que le riz sous conditions favorable.

- Une réduction du prix au producteur à 70 % de son niveau en 1983 ne serait pas critique pour la rentabilité de l'engrais dans toutes les cultures.

- Même avec une réduction de l'impact de l'engrais sur les rendements à 50 % des résultats fournis par les essais agronomiques, la rentabilité serait toujours maintenue sauf pour une dose légère d'engrais sur arachide.

LA RENTABILITE ECONOMIQUE.

Au point de vu de la Société c'est-à-dire en considérant la valeur réelle (sans intervention de l'Etat) des produits et le coût réel de l'engrais - l'utilisation de l'engrais se montre assez rentable ; les ratios valeur/coût (économique) étant entre 3 et 4.

1 - I N T R O D U C T I O N.

Une des fonctions importantes qui reviennent à la SOMIVAC en tant que Société Régional de Développement est de canaliser les informations concernant le développement de la Région. Pour cela il ne suffit pas de transmettre l'information de la source aux destinataires (les principaux étant le monde rural, les centres de décision dans l'administration publique et les institutions de recherche). Plutôt il faut analyser et interpréter ces informations pour pouvoir en tirer des conclusions concernant les actions et mesures concrètes de développement à entreprendre.

C'est dans ce sens que la présente analyse de rentabilité sur l'utilisation d'engrais tente de rassembler les résultats de recherche concernant la réaction des principales cultures à l'emploi des engrais chimiques en Casamance. Partant des prix actuels des produits agricoles d'une part et des engrais - subventionnés ou non - d'autre part, il s'agit de déterminer dans quelle mesure l'utilisation d'engrais est avantageuse du point de vue paysan et du point de vue de l'économie nationale.

Signalons que les résultats obtenus dépendent fortement des données de base utilisées dans l'analyse. Etant donné que celles-ci proviennent d'expérimentations menées dans quelques localités seulement et dans des conditions assez favorable surtout quant à l'exécution des travaux culturaux, elles ne peuvent guère être considérées comme étant représentatives pour toute la région ni pour l'environnement paysan, car chaque site a ses conditions de sol, ses facteurs limitants et son potentiel spécifique d'augmentation des rendements par l'utilisation d'engrais. L'interprétation des résultats doit donc se faire d'une façon assez prudente.

Le rapport est structuré de la façon suivante :

Dans le premier chapitre nous présentons quelques caractéristiques de la production agricole, de l'utilisation d'engrais chimiques et de la recherche sur la fureur en Casamance. Ensuite, la présentation de quelques concepts économiques de base. Les données utilisées, les analyses menées et les résultats obtenus sont présentés dans le troisième chapitre. Au dernier chapitre nous tirons quelques conclusions quant au rôle des engrais dans l'exploitation agricole et formulons des recommandations pour la recherche, la politique de promotion des engrais et l'encadrement de base.

2 - SITUATION.

2.1- LES CONDITIONS NATURELLES.¹⁾

Le climat de la Casamance est tropical "Soudanien".

Il est caractérisé par une courte saison des pluies d'environ quatre mois et demi (Juin à Octobre). Le volume annuel des pluies varie de 1.000 à 1.500 mm. et augmente de Nord-Est au Sud-Ouest.

Depuis environ 15 ans on observe un déficit pluviométrique par rapport à la moyenne globale (Ziguinchor : 1930 - 1976 = 1.551 mm.²⁾; Ziguinchor - Djibélor : 1966 - 1977 = 1.233 mm. ; 1980 : 689 mm. - 1981 : 1.029 mm. 1982 : 1.029 mm.³⁾. Ce déficit affecte surtout la principale culture traditionnelle des Diolas de la Basse Casamance qu'est le riz de mangrove. Avec le déficit d'eau douce, le sel ^{ayant} remonté en saison sèche ne peut plus être totalement lessivé pour permettre une culture de riz aquatique. La perte des terres de bas fonds pour ce type de riziculture pendant ces dernières années a amené les agriculteurs à se consacrer davantage aux cultures de plateau et de pente.

Presque toutes les cultures tropicales annuelles et pérennes et même celles des pays méditerranéens ainsi que certaines cultures venant de régions à climat tempéré (p.e. légumes) peuvent être cultivées en Casamance, l'eau représentant le facteur le plus limitant.

Bien que favorisé par son climat relativement aux autres régions du Sénégal, la Casamance est néanmoins défavorisée par rapport aux zones plus humides vers le Sud ce qui s'explique par des rendements plus faibles.

Les sols de la Casamance sont de structure sablo-argileuse et de fertilité moyenne, carencés en P et souvent en K et en calcium. Ils sont profonds et assez bien drainés. D'une superficie totale de 28.320 km², ils montrent de grandes différences et s'étalent sur de vastes plateaux (58 % sols ferrugineux et ferralitiques) de faible hauteur (20-40 m.), sur les pentes douces sableuses (9 %) bordant des vallées à sols hydromorphes (15 %) à vocation rizicole dominante, sableuses en bordures, argileuses dans les lits majeurs et les sols plus ou moins de l'estuaire (7 %). Un cinquième du total des sols doit être considéré comme inutilisable pour l'agriculture⁴⁾.

1)- Pour les détails voir Plan Directeur, SOMIVAC (1978).

2)- SOMIVAC, Plan Directeur (1978) Tome II, Livre 2.

3)- POSNER, J.L., Synthèse partielle de la littérature agronomique en Casamance, ISRA Djibélor 1983 p. 13

4)- SOMIVAC, Plan Directeur (1978), Tome III, Livre 1, p.6

2.2.- LES CONDITIONS SOCIO-ECONOMIQUES.

La population de la Casamance est constituée par trois ethnies principales et par plus d'une dizaine d'ethnies au total. Les Diolas sont concentrés en Basse - Casamance, les Mandings dominant en moyenne et les Peulhs en Haute - Casamance. Bien que les ethnies aient emprunté certaines façons ^{/culturelles} des unes et des autres, l'appartenance à une certaine ethnie détermine fortement l'organisation de la production agricole et surtout la manière dans laquelle les décisions sont prises concernant l'emploi des facteurs de production dont les plus importants sont les terres, la main-d'oeuvre et le capital, soit sous forme de capital circulant (semences, engrais) soit investi dans l'équipement de l'exploitation. Ceci joue un rôle très important quand il s'agit d'introduire des techniques améliorés pour augmenter la productivité. La connaissance des structures sociales complexes et distincts dans les différentes ethnies est donc indispensable.

Sans pouvoir entrer dans les détails, mentionnons seulement quelques faits à prendre en considération quand il s'agit d'inciter les paysans à l'utilisation d'engrais :

- La complexité de la structure d'une exploitation (ainsi p.e. dans l'étude d'évaluation du PIDAC l'exploitation est définie comme étant composé par " les personnes qui exploitent des champs en commun et mangent à partir d'un grenier commun "). car l'unité de production peut comprendre des sous-unités (p.e. plusieurs ménages où l'allocation des moyens financiers limités (et donc des engrais) aux différentes cultures et champs peut être une source des conflits entre les différents sous-centres de décision.
- La division du travail par sexe et la répartition des responsabilités au niveau des cultures.
- La forte position de l'homme dans la société musulmane et le fait que l'homme se consacre surtout aux cultures de vente (arachide) peuvent être un obstacle à l'introduction de l'engrais dans les cultures vivrières, qui elles sont surtout suivies par les femmes.
- L'accès réduit de la femme aux organisations de base fournissant des crédits et distribuant des intrants (groupements de producteurs, sections villageoises de coopératives).

Il paraît important de souligner finalement que l'impact des engrais n'est pas seulement une question d'accès aux moyens ^{/de} productions et d'organisation au niveau de l'exploitation agricole mais dépend fortement de la politique agricole et de la performance des institutions de recherche d'encadrement et de celle des organisations de promotion et de distribution des intrants.

2.3.- LE ROLE DE LA FUMURE DANS LA PRODUCTION AGRICOLE EN CASAMANCE.

2.3.1.- L'UTILISATION DES ENGRAIS CHIMIQUES.

Il faut signaler au départ que le paysan casamançais se rend très bien compte de la relation existant entre l'épandage d'engrais et le rendement des cultures. La dose moyenne pour la période couvrant les campagnes agricoles 1976/77 - 1980/81 est supérieure à 50 kg/ha sur la moyenne des superficies encadrées par la SOMIVAC. Si elle n'atteint pas la dose recommandée par l'encadrement, elle témoigne toutefois de l'intérêt que l'exploitant porte aux engrais chimiques.

Les données dans le tableau 1 montrent cependant, qu'il n'applique de l'engrais que dans certaines conditions. Le tableau indique une baisse de la consommation de l'engrais par hectare dans les dernières années. La dissolution en 1980 de l'ONCAD, organisme chargé de fournir le crédit agricole et l'augmentation du prix d'engrais de 25 à 50 F.CFA/kg dans la campagne 1982/83 ont mené à une application de seulement 2 kg/ha en moyenne pour une superficie de 86.080 ha encadrée par la SOMIVAC en 1982/83. Cette baisse n'est certainement pas due seulement à la suppression du crédit et à l'augmentation du prix mais aussi au manque d'organisation dans la mise en place des engrais qui a fait que l'engrais n'était pas disponible au moment où l'agriculteur disposait de l'argent pour l'acheter.

Les études d'évaluation du PIDAC (Projet de Développement Intégré pour la Basse Casamance) et du PRS (Projet Rural de SEDHIOU) nous donnent quelques chiffres sur l'utilisation d'engrais en Basse et Moyenne Casamance dans la campagne 1982/83. Les chiffres dans les tableaux 2 et 3 montrent que la culture du riz est le principal bénéficiaire de l'épandage d'engrais chimiques et que le fumier joue toujours un rôle important surtout pour le riz aquatique.

Notons que la relation fumier-engrais chimique n'est pas une relation de substitution. Les expérimentations ont plutôt montré que les rendements augmentent avec l'enfouissement de matière organique.¹⁾ Le fait que la capacité de rétention d'eau du sol augmente avec l'existence de matière organique confère une importance grandissante à ce thème dans les conditions actuelles de précipitations réduites et très aléatoires.

Une étude²⁾ menée par l'équipe "systèmes de production" de l'ISRA en Basse Casamance dans la même campagne 1982 constate une utilisation faible d'engrais chimique (2,5 % des parcelles suivies) et de fumier organique (10 % des parcelles) pour les cultures de plateau. Les chiffres pour le riz de nappe sont un peu plus élevés (4 % des parcelles pour l'engrais chimique ; 28 % des parcelles pour le fumier). Le riz aquatique recevait seulement de quantités minimales d'engrais et de fumier sauf dans un village où 70 % des parcelles suivies ont reçu du fumier avec des bons résultats (rendements de 2.000-3.000 kg/ha de riz).

1)- Voir ISRA, Bilan de 12 années de recherches rizicoles en Basse Casamance, Agropédologie, p.10 f. et SOMIVAC, Plan Directeur (1978) Tome II, Livre 1 p.155 et POSNER, J.L. 1983 p.8.

2)- ISRA - Equipe système de production et transfert de technologie, en milieu rural, la recherche sur les systèmes de production en Basse Casamance, Campagne 1982/83.

TABEAU 1 : EVOLUTION DE CERTAINS INDICATEURS RELATIFS A L'UTILISATION D'ENGRAIS ET A LA PRODUCTION AGRICOLE DANS L'AIRES ENCADREE PAR LA SOMIVAC (MOYENNE ET BASSE CASAMANCE)

Campagne agricole	1) Pluviométrie mm.	2) Superficie		2) Consommation d'engrais superficie SOMIVAC			2) Rendements cultures principaux				
		Global ha	SOMIVAC ha	N P K T	UREE T	TOTAL T	Moyenne kg/ha	Riz kg / ha	Maïs kg / ha	Mil/sorgho kg/ha	Arachide huilerie kg/ha
77/78	873	140.209	32.093	1.005	667	1.672	52	1.970	1.377	867	1.254
78/79	1.440	198.753	44.247	1.512	823	2.335	53	2.620	1.520	956	1.689
79/80	1.052	150.992	59.266	886	257	1.143	19	1.972	2.365	1.147	1.065
80/81	764	104.641	47.586	1.662	1.065	2.727	57	887	1.205	980	553
81/82	1.161	158.981	74.244	2.089	260	2.349	32	1.924	747	905	2.244
82/83	1.053	154.733	86.080	25	140	165	2	1.377	1.059	571	1.547
83/84	754	139.200 ³⁾	85.969	161	112	272	3	871	960	677	1.223

1)- Moyenne et Basse Casamance (moyenne) ; SOURCE : Rapports annuels de l'Inspection Régionale Agriculture Casamance.

Campagne 83/84 : moyenne régionale, Source : SOMIVAC/DTO, Rapport Semestriel (Juillet-Décembre 1983).

2)- SOURCE : SOMIVAC/DTO, la SOMIVAC en chiffres, Septembre 1983, pour la campagne 1983/84. :

Superficies et rendements : SOMIVAC/DTO Rapport Trimestriel (Janvier-Mars 1984) Avril 1984
tableaux 5 et 6 ; consommation d'engrais : DTO / Intendance .

3)- Chiffre préliminaire ; Source : BEEP / SOMIVAC, campagne 1983/84, estimation des superficies et productions.

TABLEAU 2 : PENETRATION DES THEMES CONCERNANT LA FUMURE DANS L'AIRES
DU FIDAC, CAMPAGNE 1982/83

CULTURES	Membres de groupements (GPs)			Non-membres de groupements		
	% de paysans (1) utilisant			% des paysans utilisant		
	Fumier	N P K	Urée	fumier	N P K	Urée
Riz aquatique	21	6	9	55	2	3
Riz pluvial	14	5	9	8	3	6
Maïs	6	0,4	1	2	1	2
Mil/sorgho	3	0,3	0,5	2	0	0
Arachides	- 2)	0	-	-	0	-

NOTES : 1)- Il s'agit de paysans qui ont cultivé la culture en question.

2)- "-" signifie : ne représente pas un thème.

SOURCE : SOMIVAC/BEEP, l'Evaluation de l'impact du FIDAC en Basse-Casamance, Campagne agricole 1982/1983, Première Partie : la pénétration des thèmes techniques, série : Documents de travail, NO 1, Décembre 1983.

TABLEAU 3 : PENETRATION DES THEMES CONCERNANT LA FUMURE DANS L'AIRES DU PRS
CAMPAGNE 1982 / 1983

	Paysans encadrés			Paysans non - encadrés		
	% de paysans utilisant			% des paysans utilisant		
	Fumier	N P K	Urée	Fumier	N P K	Urée
Riz aquatique	59	0	3	35	0	0
Riz pluvial	43	1	11	23	1	0,3
Maïs	48	1	4	29	0	0
Mil/sorgho	14	1	4	9	1	0
Arachides	12	0,5	-	18	5	-

SOURCE : SOMIVAC/BEEP, Evaluation PRS, pénétration des thèmes techniques en Moyenne Casamance, Mars 1984 Tableaux 9, 10 et 11 du manuscrit.

NOTES : - Voir Notes du tableau 2.

.../...

Les résultats préliminaires ¹⁾ de la même étude pour la campagne suivante indiquent une baisse dans la fumure de toutes les cultures. Des 326 parcelles de cultures de plateau suivis, seulement 4 recevaient de l'engrais chimique et 22 de la fumure organique (maïs et arachide).

Pour le riz aquatique et le riz de nappe les chiffres sont un peu plus élevés : des 487 parcelles suivis 10 recevaient de l'engrais chimique et 62 de la fumure organique.

Malheureusement les études mentionnées ne donnent pas les doses d'engrais chimiques employées que ce soit sous forme de moyennes sur tous les paysans ou des moyennes sur ceux qui en utilisent.

Seul une étude menée en Moyenne Casamance dans la même campagne ²⁾ donne des moyennes globales par culture. Elles sont assez faible comme l'indique le tableau suivant :

TABLEAU 4 : Doses moyennes d'engrais chimiques par culture, Moyenne Casamance, campagne 1982/83.

C U L T U R E	Type d'engrais	Dose moyenne (kg par hectare)	Superficie total de l'échant./ha
Riz aquatique	UREE	1,8	29
Riz pluvial	UREE	3	23
Maïs / sorgho	-	0	-
Mil	N P K	7,3	41
Arachide	N P K	4	100

Malheureusement on ne donne pas les doses mises par ceux qui ont appliqué de l'engrais et on n'a pas fait une analyse pour voir si les différences en rendement entre ceux qui ont mis de l'engrais et ceux qui n'en ont pas mis sont significatives.

C'est l'étude d'évaluation du PIDAC qui permet certaines conclusions dans ce sens. Dans le tableau qui suit on présente des résultats préliminaires sur les différences en rendement entre ces deux groupes de paysans. Il faut souligner que le nombre des cas, surtout de ceux qui ont mis l'engrais, est insuffisant et que une telle analyse ne suffit pas à expliquer la différence entre les rendements. Pour faire cela une analyse multivariante (p.e. analyse de régression) qui prend en considération des autres variables influant le rendement (p.e. pluie, type de sol, autres intrants) doit être exécutée.

- 1)- ISRA - SOMIVAC cellule Recherche Développement synthèse des résultats de recherche et proposition des thèmes de travail pour la cellule, centre de recherche agricole, Djibélor, Février 1984, page 16 f.
- 2)- SOMIVAC/BEEP, Etude d'aménagement hydroagricole en Moyenne Casamance, Agro-économie, Tome II, Juillet 1983, page 56 f.

TABEAU 5 : DIFFERENCE EN RENDEMENT ENTRE DES PAYSANS QUI ONT MIS DE L'ENGRAIS ET CEUX QUI N'EN ONT PAS MIS, CAMPAGNE 82/83.

C U L T U R E	Rendements (kg/ha)		Différence (kg/ha)		t - Statistique
	avec engrais	sans engrais	Valeur absolue	Erreur standard	
<u>Riz repiqué</u>	1.792	1.207	585	261	2,24
Nombre de cas	(12)	(40)			
<u>Maïs</u>	1.316	1.108	208	404	0,52
Nombre de cas	(5)	(48)			
<u>Mil</u>	745	429	316	175	1,81
Nombre de cas	(5)	(19)			

SOURCE : SOMIVAC/BEEP, l'Evaluation de l'impact du PIDAC en Basse Casamance, campagne agricole 1982/83 Seconde partie, résultats préliminaires, 1984.

On peut constater que seuls les résultats du riz repiqué et du mil sont significatifs. Il est à souhaiter que des analyses plus détaillées nous donneront de l'information sur les doses moyennes d'engrais utilisées et l'influence de différents facteurs sur les rendements.

Pour l'arachide les résultats préliminaires des essais menés en 1983 par l'équipe systèmes de production de l'ISRA, revêtent le potentiel que l'utilisation d'engrais a pour l'augmentation des rendements. Les essais (sans répétition) pour l'arachide sur des parcelles de 1.000 m² dans 4 villages en Basse Casamance ont montré les résultats suivants :

TABEAU 6 : ESSAIS ENGRAIS SUR ARACHIDES EN MILIEU PAYSANNE, CAMPAGNE 1983.

Villages	Doses	1)				Moyenne
		Boulandor	Médiég	Suel	Bandji Kaki	
	Sans engrais	1.333	1.200	649	1.200	1.096
	75 kg/ha 8 : 18 : 27	2.250	2.070	822	1.470	1.653
	150 kg/ha 8 : 18 : 27	2.583	2.110	1.645	1.500	1.960

1)- Selon la source il s'agit ici d'un sol acide (pH = 4,6)

SOURCE : ISRA - SOMIVAC Cellule Recherche Développement Février 1984, loc. cit.

Tableau 10 p. 17.

Nous observons des résultats assez différents pour les villages qui partiellement sont explicable par la situation du sol. Sans vouloir entrer ici dans les détails d'une analyse de rentabilité on voit que généralement la dose légère paraît la plus attractive pour le paysan (villages 1,2 et 4) puisque l'augmentation du rendement par unité fertilisante est la plus élevée.

Il faut souligner que - à part de la situation du sol - le potentiel de l'utilisation d'engrais pour l'augmentation des rendements dépend fortement de la variété de semences utilisées. Des essais menés par " l'équipe systèmes de production " en 1982 dans les rizières de nappe de deux villages en Basse Casamance ont montrés, que l'apport d'engrais azoté à des doses importantes n'a pas amélioré les rendements du riz de variétés locales. Leur potentiel de rendement d'environ 2.000 kg/ha constaté dans ces essais et quand même assez important.

Bien que une fumure de fond apportant du phosphore et de la potasse peut avoir des effets bénéfiques même pour ces variétés, un excédent d'azote peut mener à une réduction des rendements dû à la verse par des maladies (surtout la pyriculariose) et par une perturbation de la rhizoflore ¹⁾.

Pour atteindre des rendements plus élevés par l'utilisation d'engrais il est donc indispensable d'offrir au paysan des variétés améliorées et résistants aux maladies en même temps que les engrais ²⁾.

L'introduction des nouvelles variétés améliorées entraîne cependant des problèmes en ceci qu'elles sont souvent très exigeantes quant à la disponibilité en eau et à la bonne exécution des travaux cultureux ainsi qu'aux doses élevées d'engrais ³⁾. Avant toute promotion des variétés très exigeantes il faut donc s'assurer de la disponibilité en milieu paysan des conditions correspondants à ces exigences.

Etant donné les contraintes toujours très aiguës en milieu paysan (main-d'oeuvre pour l'exécution, des travaux cultureux, liquidités financières, déficiences physico-chimiques des sols, aléas du climat etc...) la prudence du paysan dans cette situation est bien justifiée. La recherche et l'encadrement doivent en tenir compte et essayer de rendre plus transparents les problèmes liés à l'application d'engrais ainsi que de trouver des solutions adaptées au milieu paysan.

1)- Voir ISRA, Equipe systèmes de production et transfert de technologies en milieu rural, la recherche sur les systèmes de production en Basse Casamance - Annexe, campagne agricole 1982/83, tableau 4 et texte.

2)- Voir les résultats intéressants des essais menés par l'ISRA Djibélor pour estimer les pertes due à la pyriculariose, pour identifier des variétés résistants et pour trouver des méthodes culturelles adoptés ainsi que les doses d'azote minimisant les pertes causées par cette maladie principale du riz. ISRA-SOMIVAC, Cellule recherche développement, Document préparatoire, Février 1984.

3)- Selon les essais variétaux des années 1982 et 1983 de l'équipe systèmes de production, les variétés améliorées dans le cas du riz de nappe produisent cependant plus que les variétés locales avec très peu d'intrants où même sans intrants. Voir ISRA-SOMIVAC, Cellule Recherche - Développement, Document préparatoire Février 1984.

2.3.2.- LA FUMURE ORGANIQUE.

Comme nous l'avons déjà remarqué ci-dessus, la relation fumure organique - fumure chimique n'est pas une relation de substitution. Les effets positifs du fumier sur le niveau d'acidité du sol (les engrais chimiques acidifiant plutôt le sol !) et sur la capacité de rétention d'eau du sol doivent être appréciés d'autant plus dans une zone où l'acidité des sols et la disponibilité d'eau représentent des contraintes importantes. L'enfouissement de la matière organique soit en forme de fumier ou de compost soit comme engrais vert (jachère enfouie) mène à ce que les sols ne se dégradent pas dans le temps ¹⁾.

La fumure organique à base de fumier et de compost est pratiquée par les paysans en Moyenne et Basse Casamance, tandis que l'engrais vert paraît être un thème qui passe difficilement chez le paysan ²⁾.

Les tableaux 2 et 3 montrent que le fumier est mis par un pourcentage très important de paysans qui surpasse largement le pourcentage de paysans qui appliquent les engrais chimiques. On note que c'est surtout le riz aquatique qui reçoit la fumure organique.

Les différences entre les résultats de la Moyenne et de la Basse Casamance sont bien frappantes. Ils reflètent d'un côté un certain impact des projets de vulgarisation et aussi l'influence du facteur ethnique.

Pour la Moyenne Casamance on peut noter deux faits importants. Premièrement on note que l'application de fumier sur les cultures vivrières est plus fréquente chez les paysans encadrés que chez les paysans non encadrés. Dans quelle mesure cela reflète l'impact positif des projets de vulgarisation ? La question reste posée comme il est bien possible qu'il y ait un biais, parce que se sont souvent les meilleurs agriculteurs qui s'intéressent à s'associer aux projets.

1)- Voir les résultats d'expérimentation discutés par POSNER (1983) p.8

2)- Voir SOMIVAC (UPR 1978) p. 155 f. pour une discussion. Voir aussi ISRA/SOMIVAC, Cellule recherche-développement, Programme de fertilisation (1984) sur les résultats des expérimentations.

Deuxièmement on note, que l'application du fumier sur les cultures de plateau est plus fréquent dans la Moyenne Casamance que dans la Basse Casamance et cela pour les paysans encadrés comme pour les non encadrés. Ce fait paraît refléter qu'en Moyenne Casamance les productions végétales et animales sont déjà beaucoup plus intégrées qu'en Basse Casamance. La traction animale est assez importante en Moyenne Casamance et c'est l'homme qui s'occupe des animaux. Comme c'est ainsi l'homme qui traditionnellement est responsable pour les cultures de plateau il utilise les animaux pour le parcage dans ces champs. Les rizières aquatiques reçoivent plutôt le fumier apporté par les femmes ¹⁾.

En Basse Casamance la reconstitution de la fertilité du sol et l'application du fumier se fait comme suit: ²⁾.

- la régénération de la fertilité du sol se fait par la forêt après une culture pendant deux à trois années. Généralement le riz de plateau (Pam-Pam) est la première culture après les jachères.
- Au Nord de la rivière le troupeau de village est prêté par les paysans pour faire le parcage dans le champs proches des maisons. En cas d'existence des bœufs de trait ce sont les "champs de case" qui reçoivent le fumier.
- Au Sud de la rivière le troupeau est généralement mis dans un enclos pendant la nuit. A la fin de la saison sèche les femmes apportent le fumier aux rizières.
- C'est dans toute la Basse Casamance que les femmes apportent des feuilles et des ordures de maison aux rizières quand ils récoltent le riz.

Il paraît important d'étudier plus en détail la fumure organique traditionnelle pratiquée par les Diolas de la Basse Casamance et de l'inclure comme thème à vulgariser.

1)- Communication personnelle de Monsieur Sidy GUEYE, BEEP/SOMIVAC.

2)- Communication personnelle de Monsieur Joshua POSNER, Equipe Systèmes de Production, ISRA Djibélor.

2.4.- LA RECHERCHE AGRONOMIQUE EN CASAMANCE.

En Casamance la Recherche Agronomique se fait surtout dans deux Stations de l'ISRA, une en Moyenne Casamance (SEFA), qui se concentre surtout sur les cultures de plateau, et une en Basse Casamance (Djibélor) qui au début était exclusivement concernée par la riziculture submergée mais qui entre temps a un programme de recherche plus diversifié.

Pour permettre aux chercheurs d'implanter leurs essais dans un environnement plus large et aussi de mener une recherche plus proche des conditions en milieu paysan l'IRAT avait établi les PAPEM (Points d'Appui de pré vulgarisation et d'expérimentation multi-locale) dans plusieurs zones écologiques de la région. A part ce réseau quasi permanent l'ISRA fait d'autres essais agronomiques multilocaux avec souvent du personnel de surveillance en place pendant l'hivernage ¹⁾.

Bien que les résultats de certains de ces essais agronomiques peuvent servir pour analyser des aspects socio-économiques de la production agricole, la recherche agronomique généralement exclut ces aspects de l'analyse.

C'est seulement depuis deux campagnes, que dans le cadre de la recherche sur les systèmes de production en Basse Casamance dont les chercheurs comprennent aussi des agro-économistes et sociologues, la production agricole est étudié dans un contexte plus large qui comprend aussi des aspects socio-économiques.

Une autre possibilité qui doit nécessairement permettre d'apprécier le rôle important que jouent les questions socio-économiques dans le domaine de la recherche agricole est celle représentée par la "Cellule Recherche Développement" entre l'ISRA et la SOMIVAC. Il est à souhaiter que cette cellule offre des possibilités à ce que des essais soient menés en collaboration entre la recherche (ISRA), la Société de développement (SOMIVAC) et ses projets (p.e. PIDAC, PRS) en milieu paysan.

Les discussions au sein de cette Cellule doivent aussi conduire à ce que les problèmes principaux liés à l'utilisation de l'engrais par le paysan soient identifiés, des études conçues et exécutés ainsi que des recommandations et des normes concrètes données aux Centres de décision dans l'Administration Publique et à l'encadrement de base ²⁾.

1)- Four plus de détail voir POSNER, J.L. Synthèse partielle de la littérature agronomique en Casamance, ISRA DJIBELOR 1983.

2)- Le Document préparatoire "Synthèse des résultats de recherche proposition des thèmes de travail pour la Cellule Recherche Développement" DJIBELOR, Février 1984, contenant des propositions intéressants dans ce sens.

3.- QUELQUES NOTIONS SUR LE CONCEPT ECONOMIQUE DE BASE.

Cette analyse relativement simple de la rentabilité de l'utilisation de l'engrais en Casamance est basée cependant sur un modèle théorique assez complexe employant une terminologie qui risque de ne pas être familière à tous les lecteurs. Nous présentons donc tout d'abord quelques notions de base qui devraient permettre de mieux saisir l'approche et les résultats de l'analyse.

3.1.- FACTEURS DE PRODUCTION ET FONCTION DE PRODUCTION.

La production agricole comme toute autre type de production est un processus dans lequel des facteurs de production (travail, capital, terre p.e.) et des intrants (engrais, semences etc...) sont transformés en produits (p.e. riz, Maïs). Chaque facteur de production de même que chaque intrant contribue à la production du produit à la condition que les autres facteurs de production nécessaires soient aussi employés en quantité suffisante. En règle générale, plus on emploie un facteur de production, plus le résultat du processus de production - la quantité de produit réalisée - augmente.

Le rapport entre la quantité d'un (ou plusieurs) facteur (s) de production (x) et la quantité correspondante du produit (y) peut être exprimé dans une fonction mathématique de la forme générale $y = f(x)$, qu'on appelle fonction de production.

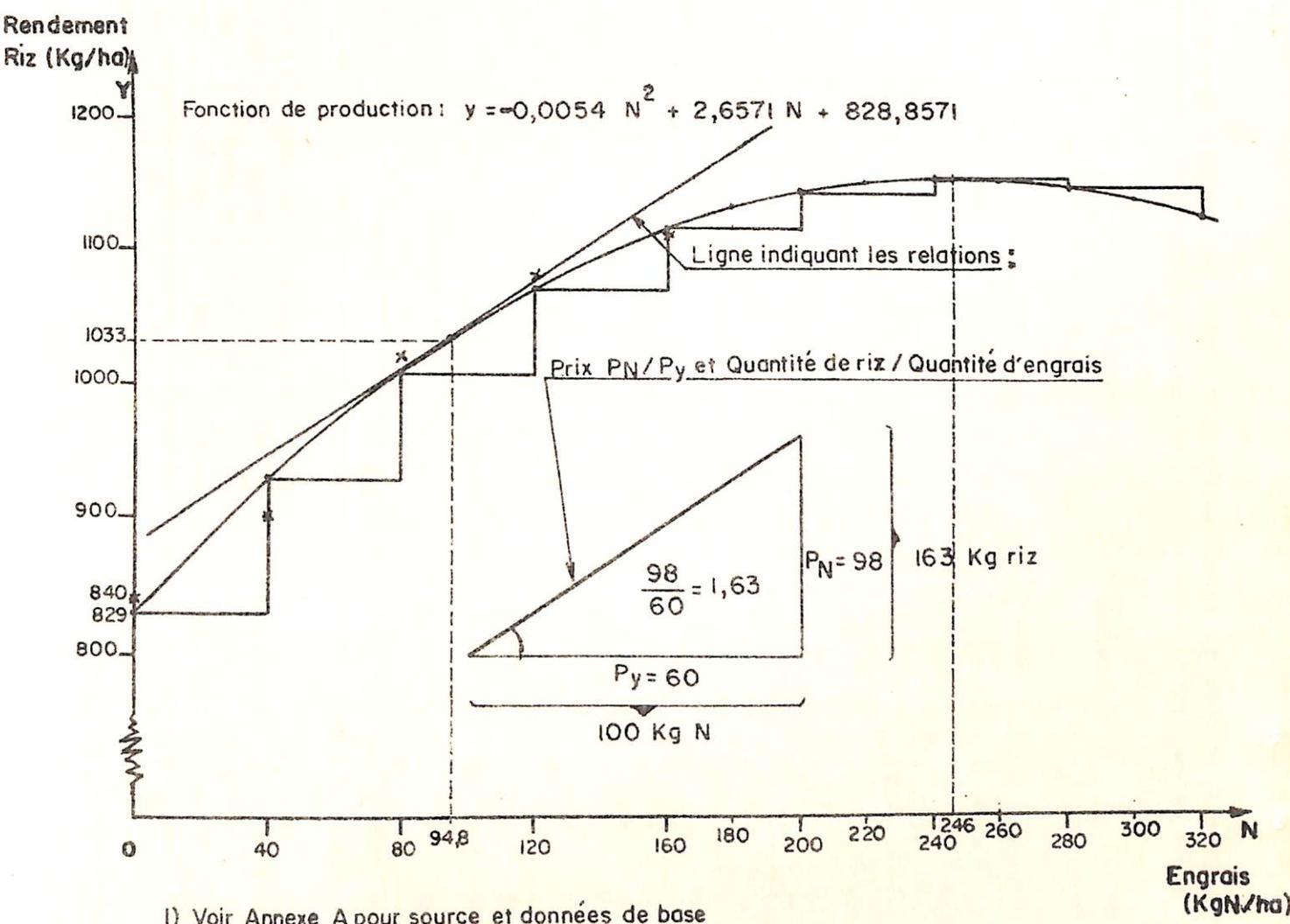
Dans le cas de rapport entre la quantité d'engrais et le produit on parle aussi - en se référant au graphique basé sur la fonction - d'une courbe de réponse. Une telle courbe de réponse conçue sur la base des résultats d'expérimentation en Basse Casamance est représentée dans la figure 1. Elle décrit le rapport existant entre la quantité d'engrais appliquée (il s'agit d'azote, exprimé en kg N/ha sur l'abscisse) et la quantité de riz récoltée (rendement exprimé en kg/ha sur l'ordonnée).

Les paramètres a, b etc de la fonction du 2ème degré $y = a N^2 + bN + c$ ont été estimée sur la base de six résultats d'expérimentation¹⁾ Ces résultats sont indiqués par une croix dans le graphique. Sculignons que :

- le choix de la fonction du second degré détermine la forme de la courbe (nous aurions pu choisir une fonction linéaire, mais de l'expérience montre que la forme retenue représente mieux la réalité) ;
- la courbe indique le rapport existant entre quantités d'azote appliquées et rendements à l'hectare, les autres facteurs de production (p.e. les éléments nutritifs P et K, et des facteurs comme le travail, l'eau) étant tenus constants (le traitement des parcelles d'expérimentation a été le même pour toutes les parcelles exception faite de la quantité d'azote appliquée) ;

1)- Voir l'annexe A pour l'expérimentation agronomique correspondante.

Figure 1 : Exemple d'une courbe de réponse (fonction de production) estimée sur la base de résultats d'expériences menées en Basse Casamance 1)



1) Voir Annexe A pour source et données de base

Figure 2 : Détermination de l'optimum économique sur la base des courbes marginales

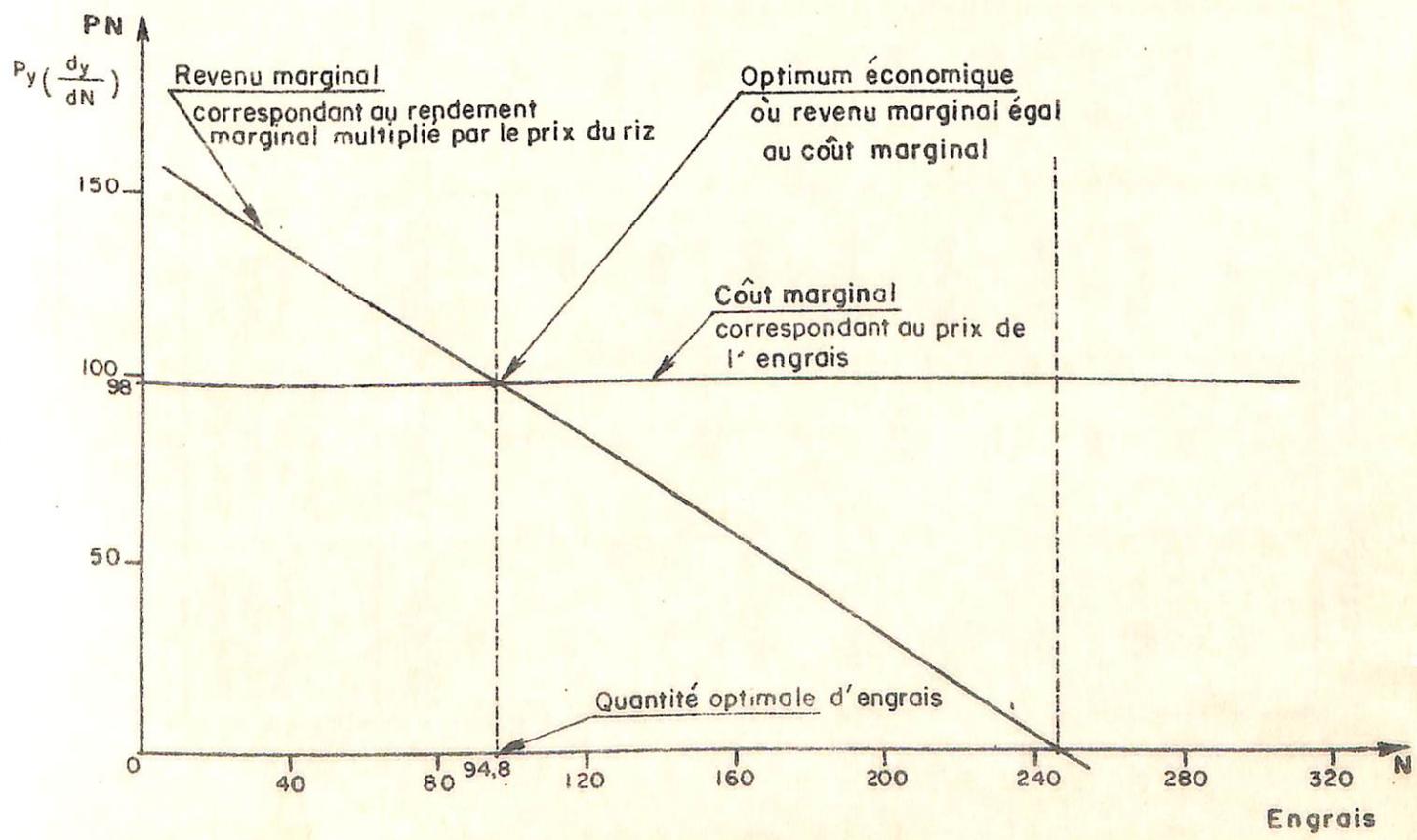


TABLEAU 7 : RELATIONS PHYSIQUES ET MONETAIRES ENTRE QUANTITE D'ENGRAIS APPLIQUEE

ET QUANTITE DE RIZ RECOLTE ¹⁾

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Quantité totale d'engrais	Quantité additionnelle d'engrais	Coût total d'engrais	Coût marginal (additionnel) d'engrais	Quantité totale du riz	Quantité additionnelle du riz	Revenu total du riz	Revenu marginal (additionnel)	Ratio valeur / coût (marginal)	Ratio valeur / coût (moyen)	Profit ou revenu net (7 moins 3)
kg N/ha	kg N/ha	F.CFA/ ha	F.CFA / ha	kg / ha	kg / ha	F.CFA/ha	F.CFA/ha	-	-	F.CFA/ha
0		0		829		49.740				49.740
	40		3.920		98		5.880	1,50	1,50	
40		3.920		927		55.620				51.700
	40		3.920		80		4.800	1,22	1,36	
80		7.840		1.007		60.420				52.580
	40		3.920		63		3.780	0,96	1,23	
120		11.760		1.070		64.200				52.440
	40		3.920		45		2.700	0,69	1,09	
160		15.680		1.115		66.900				51.220
	40		3.920		29		1.740	0,44	0,96	
200		19.600		1.144		68.640				49.040
	40		3.920		12		720	0,18	0,83	
240		23.520		1.156		69.360				45.840
	40		3.920		- 7		- 420	- 0,11	0,70	
280		27.440		1.149		68.940				41.500
	40		3.920		- 23		-1.380	- 0,35	0,57	
320		31.360		1.126		67.560				36.200

1)- Chiffres se basant sur la courbe de réponse de la figure 1, dont la fonction est $Y = 0,0054 N^2 + 2,657 1N + 828,8571$.

- le niveau de la courbe peut changer en fonction de l'emploi d'autres facteurs de production. (Il est p.e. plus haut avec l'application d'une quantité plus élevée d'un autre facteur de production ; une meilleure qualité des facteurs de production, c'est-à-dire un progrès technique, aurait le même effet) ;
- avec l'application d'une dose plus élevée d'azote la quantité de riz récoltée augmente jusqu'à un certain niveau (246 kg N/ha) à partir duquel l'impact de l'engrais sur le rendement devient négatif ;
- la quantité additionnelle de riz récoltée pour une quantité supplémentaire d'engrais appliquée diminue avec le niveau absolu d'engrais déjà utilisé (autrement dit, le rendement marginal de l'engrais diminue).

Les relations décrites par la fonction et son graphique deviennent plus transparentes lorsqu'elles sont présentées sous forme de tableau (tableau 7). Pour l'analyse de rentabilité les quantités physiques (kg) doivent en outre être transformées en valeurs monétaires (coûts dans le cas de l'engrais, revenu dans le cas de riz).

Le tableau 7 contient dans la première colonne les quantités d'engrais appliquées. Ces quantités sont portées sur l'abscisse de la figure 1. Avec les quantités de riz de ces applications (colonne 5) on obtient les points qui forment la courbe. Nous observons, que chaque dose additionnelle de 40 kg N/ha (colonne 2) entraîne un accroissement du rendement de riz (colonne 6) qui est inférieur à celui qu'entraînait la dose précédente.

Les quantités dans les colonnes 1, 2, 5 et 6 multipliées par les prix respectifs (1 et 2 par le prix de 98 F.CFA/kg N, 5 et 6 par 60 F.CFA/kg de riz) donnent les coûts (colonnes 3 et 4) et les revenus (colonnes 7 et 8) respectivement.

C'est à ce niveau de l'analyse qu'il faut introduire deux termes souvent utilisés quand il s'agit d'analyser la rentabilité de la fumure.

2.- LE RATIO COUT/PRIX ET LE RATIO VALEUR/COUT.

La relation du prix que le paysan paie pour l'engrais ¹⁾ et le prix qu'il reçoit pour le produit s'appelle "ratio coût/prix". Dans notre cas c'est 98 (le prix d'un kilogramme d'engrais) divisé par 60 (le prix d'un kilogramme de riz). Le coefficient 1,63 indique, qu'il faut, en termes réels, l'équivalent de 1,63 kg de riz pour acheter 1 kg d'engrais ²⁾.

1)- Exprimé en kg d'unités fertilisantes.

2)- La correspondance du ratio coût/prix à la relation des quantités en termes réels riz/engrais on peut apprendre du triangle que l'on trouve dans la figure 1 en dessous de la courbe.

Cependant un deuxième coefficient, qui prend en considération la réponse du rendement à l'application d'engrais et qui exprime donc la relation existant dans la fonction de production (courbe de réponse), détermine d'une façon encore plus décisive l'emploi de l'engrais par le paysan. Il s'agit du ratio valeur/coût, rapport entre la valeur de l'augmentation de la production résultant de l'utilisation de l'engrais et le coût de l'engrais requis pour engendrer cette augmentation.

Pour le cas de notre exemple ces coefficients se trouvent dans les colonnes 9 et 10 du tableau 7. Il s'agit des coefficients moyens dans le cas de la colonne 10. On les obtient en divisant la différence entre le revenu avec engrais et le revenu sans engrais par le coût total de l'engrais utilisé (colonne 3).

Dans la colonne 9 se trouvent les coefficients marginaux obtenus en divisant le revenu marginal (colonne 8) par le coût marginal (colonne 4). En examinant ces coefficients on se rend compte que leur valeur diminue avec une application accrue de l'engrais. Il est certain qu'un coefficient plus élevé donc plus favorable indique que le revenu surpasse largement le coût. Cela veut-il dire, dans notre exemple, qu'il est plus avantageux pour le paysan vu le coefficient élevée, de ne mettre que la faible dose d'engrais de 40 kg au lieu d'une dose plus élevée ? Pour répondre à cette question il faut introduire le concept de "maximisation du profit".

3.3.- LA MAXIMISATION DU PROFIT ET LA DOSE OPTIMALE D'ENGRAIS.

Dans le cas d'un paysan ayant comme seul objectif la maximisation du profit ou de revenu net, la théorie économique nous livre une règle de décision dont le sens est clair. L'exploitant tire un maximum de profit (différence entre revenu brut et coût) lorsqu'il applique une quantité d'engrais pour laquelle le revenu marginal égale le coût marginal, c.a.d. une quantité correspondant à un coefficient de 1 pour la colonne 9 ¹⁾ du tableau 7.

Dans notre exemple les quantités additionnelles ne sont en réalité pas "marginales", ce qui nous permet uniquement de dire que la quantité optimale devrait se situer entre 80 et 120 kg N/ha.

Les chiffres de la colonne 11 représentent la différence de ceux de la colonne 7 (revenu) et de ceux de la colonne 3 (coût), donc le profit ou revenu net. Il ressort du tableau que le profit augmente jusqu'à la dose de 80 kg N/ha pour diminuer à partir d'une dose de 120 kg N/ha.

La dose exacte d'engrais correspondant à l'optimum économique peut être tirée des figures 1 et/ou 2. Dans la figure 2 on s'aperçoit que la courbe du revenu marginal (ligne droite représentant simultanément la pente en chaque point de la courbe de réponse et la première dérivée de la fonction de production multiplié par le prix du riz) coupe la courbe du coût marginal (ligne droite parallèle à l'abscisse au niveau du prix de l'engrais de 98 F.CFA) au point correspondant à la quantité optimale d'engrais à mettre ²⁾.

1)- Voir annexe A, paragraphe 4,

2)- Voir annexe A, paragraphe 4, première équation.

Dans la figure 1 il suffit de chercher le point où la tangente à la courbe de réponse a la même pente que la ligne droite représentant la relation du prix de l'engrais au prix du riz (ratio coût/prix)¹⁾.

Les deux figures montrent ce qui se passe quand l'engrais devient plus cher par rapport au riz.

FIGURE 1 : La pente de la ligne P_N / P_Y (ou le ratio coût/prix) augmente, le point de tangence se déplace vers la gauche, la quantité optimale sera plus faible.

FIGURE 2 : La ligne correspondant au coût marginal (= prix de l'engrais) se déplace vers le haut (cas 1 : l'engrais devient plus cher) ou la ligne correspondant au revenu marginal (première dérivée de la fonction de production multipliée par le prix du riz) se déplace vers le bas (cas 2 : le prix du riz baisse). Dans les deux cas, le point d'intersection glisse vers la gauche, la quantité optimale sera plus faible.

Il faut noter que le déplacement vers le bas de la ligne correspondant au revenu marginal peut également être causé par une courbe de réponse plus basse, conséquence p.e. d'un déficit dans un autre facteur de production soit p.e. un autre type d'engrais (contenant seulement des éléments P et K) soit encore l'eau, facteur de production clef dans la production agricole²⁾.

-SIGNIFICATION DE LA THEORIE POUR LA PRATIQUE.

La fonction de production estimée et interprétée ci-dessus nous a servi pour mieux visualiser quelques notions du concept économique sur lesquels l'analyse de rentabilité est basée. La signification des notions les plus importantes pour la pratique peut être résumée comme suit :

LA FONCTION DE PRODUCTION.

Notre exemple d'une fonction de production est certainement assez éloigné de la réalité chez le paysan. En effet les résultats utilisés proviennent en général de champs expérimentaux où on contrôle tous les facteurs qui peuvent influencer sur le rendement à part celui que l'on veut étudier. Les conditions quant à l'application des autres facteurs de production y compris la main-d'oeuvre pour une bonne et prompte exécution des travaux culturaux sont plutôt favorables en comparaison de la situation chez le paysan.

En formulant les recommandations quant à la quantité d'engrais à employer, l'incertitude due aux autres facteurs influant sur les rendements en milieu paysan et les coûts liés à l'utilisation d'engrais doivent être prises en considération.

1)- Voir annexe A, paragraphe 4, deuxième équation et paragraphe 5.

2)- Dans la situation du paysan cela peut arriver souvent. L'inclination du paysan de mettre une dose plus faible paraît donc justifiée.

L'information résultant des essais agronomiques concernant la réponse du rendement aux doses d'engrais utilisées doit donc être complétée par des analyses multivariantes des facteurs influant sur les rendements en milieu paysan et par des études sur les budgets de cultures faisant ressortir les différentes catégories de coûts et les rendements pour différents types d'exploitation et différents niveaux de technologie.

LE RATIO COUT / PRIX.

Puisque ce coefficient indique, en termes réelles, combien de kg du produit il faut échanger contre un kg d'engrais, il nous indique surtout l'influence relative de la politique gouvernementale à l'égard des différentes cultures quant à la profitabilité de l'utilisation de l'engrais. Une augmentation de cette relation doit pour la culture concernée mener à une réduction de l'engrais employé et donc à une production réduite.

LE RATIO VALEUR / COUT.

Nous avons dit que la dose optimale d'engrais sera celle qui correspond à un ratio marginal de 1. Dans la pratique, en considérant : (1) l'incertitude concernant l'impact de l'engrais sur le rendement et concernant la commercialisation du produit.

(2) les autres coûts liés à l'application de l'engrais (surtout la main-d'oeuvre et les intérêts) le ratio doit être au dessus de 1.

Pour le ratio moyen qu'on cite plus fréquemment dans la littérature, les experts semblent convenir que ce coefficient doit être d'environ 2 avant que les agriculteurs n'utilisent de grandes quantités d'engrais et de 3 ou plus avant qu'ils n'adoptent des engrais pour la première fois ¹⁾.

LA PRISE DE DECISION DU PAYSAN.

Il est certain que le paysan, sans connaître la théorie, prend ses décisions selon les principes indiqués dans la section antécédente. Il a cependant d'autres objectifs outre la maximisation du profit ou du revenu net.

L'objectif p.e. d'assurer l'alimentation de base pour sa famille peut l'inciter à mettre l'engrais, qu'il peut acheter avec ses moyens financiers limités, surtout sur le riz ou le mil, même si le prix de l'arachide est plus élevé permettant d'atteindre un revenu net plus important.

Le paysan se rend compte des aléas de la nature (des pluies, déprédateurs etc...) et de ses moyens limités pour garantir des conditions adéquates de production. Ayant une aversion prononcée contre le risque il aura donc tendance à mettre moins d'engrais que la quantité établie comme étant la dose optimale.

1)- ZALLA, DIAMOND et M.S. Mudahar, Aspects Economiques et techniques de la production et de l'utilisation d'engrais en Afrique de l'Ouest, African Rural Economy Program, Working paper N°.33, 1977, P.13.

3.5.- LA RENTABILITE ECONOMIQUE.

Jusqu'ici nous avons traité la question de la rentabilité de l'utilisation de l'engrais du point de vue paysan, c.a.d. la rentabilité financière. Les prix que nous appliquons sont les prix fixés par le Gouvernement.

Nous savons bien que la fixation des prix se fait en fonction des objectifs multiples du gouvernement. Le prix au paysan des produits agricoles d'exportation on fixe p.e. en dessous du prix qu'on reçoit sur le marché international, la différence revenant au gouvernement pour financer les tâches qui lui reviennent ¹⁾.

La fixation du prix pour les produits alimentaires touche surtout deux objectifs du gouvernement, d'un côté approvisionner la population urbaine à un moindre coût (exigence d'un prix bas) et de l'autre côté inciter le paysan à produire plus (exigence d'un prix élevé).

Pour l'engrais le gouvernement peut décider de le vendre au paysan à un prix au dessous du prix réel de revient ou au dessous du prix d'achat sur le marché international c.a.d. de la subventionner pour inciter le paysan à l'utiliser davantage afin d'augmenter la production agricole.

Nous voyons donc, que les prix que nous utilisons pour déterminer la rentabilité d'épandage d'engrais du point de vue du paysan (rentabilité financière) ne reflètent pas la valeur des différents produits pour la société. Cette valeur correspond plutôt au prix économiques (où prix de référence) que généralement l'on détermine en considérant le prix du marché international (e.i.f. DAKAR) ainsi que les frais de transport, emmagasinage, manutention etc...

Pour le cas d'une région comme la Casamance, étant assez éloignée du point d'entrée des produits importés et du Centre Principal de consommation (DAKAR) il est important de savoir pour la détermination du prix économique de chaque produit s'il y a un déficit ou un excès de production dans la région. Pour le cas du riz p.e. la situation du riz en Casamance à l'heure actuelle est déficitaire (30.000 T. par an). Le prix économique dans ce cas doit donc inclure le coût de transport de DAKAR à la Casamance. Il est donc plus élevé que dans le cas contraire où la Casamance serait autosuffisante et produirait du riz pour le centre de consommation DAKAR.

Quant au niveau du ratio valeur/coût pouvant être jugé comme satisfaisant, il est plus bas que dans le cas de l'analyse financière. Il doit dépasser légèrement 1 pour prendre en considération les intérêts (coût d'opportunité du capital), le coût d'opportunité de la main-d'oeuvre et le facteur risqué étant négligeables du point de vue de la société.

1)- Il est à discuter si l'utilisation de ces ^{Excédents} agricoles se fait selon l'intérêt de la Société, voir ZALLA, T. DIAMOND, R.B. et U.S. Mudahar, loc. cit., p. 11. .../...

4. - ANALYSE DE RENTABILITE DE L'UTILISATION DE L'ENGRAIS.

4.1.- LES DONNEES DE BASE.

Les données utilisées pour l'analyse proviennent des essais agronomiques menés par l'ISRA (respectivement l'IRAT) dans le PAFEM et dans d'autres sites d'expérimentation en Casamance.

A part le riz aquatique, il s'agit des essais dans le cadre de la recherche "amélioration foncière" des PAFEM, c'est-à-dire sous conditions étant plus rapprochés à la situation en milieu paysan que les essais en station surtout quant aux dimensions des parcelles. Les conditions quant à l'exécution des travaux culturaux, cependant, sont assez idéales. L'impact de l'engrais sur les rendements observé doit donc être considéré plutôt comme un maximum que comme une moyenne à atteindre par le paysan.

Les données pour l'analyse du riz aquatique et pour l'estimation des courbes de réponse proviennent des essais sous conditions de parcelles d'expérimentation plus petits. Les sources pour toutes les données de base se trouvent dans les annexes A et B.

Les résultats d'essais utilisés pour l'analyse représentent des moyennes sur 4 à 5 ans et, dans le cas des cultures de plateau, sur un maximum de trois sites. Les années et les sites sont indiqués dans le tableau B.1 de l'annexe B. Dans ce même tableau on trouve les formules en NPK appliquées et les rendements correspondants, ainsi que les rendements des témoins sans engrais et les augmentations en valeurs absolues et relatives.

Les quantités et les types d'engrais appliqués dans les essais sont présentés dans le tableau 8.¹⁾

Les doses actuellement préconisées par la DTO/SOMIVAC²⁾ en plus d'un épandage supplémentaire de 400 kgs de phosphate tricalcique une fois par trois à cinq ans - sont pour le riz aquatique et le maïs un peu supérieures au thème léger. Elles correspondent pour le riz pluvial au thème semi-intensif et pour le mil et l'arachide au thème léger.

Quant aux prix des produits et de l'engrais utilisés pour l'analyse de rentabilité financière ils correspondent à l'année 1983. Les prix pour l'analyse de rentabilité économique proviennent de l'étude HARZA³⁾.

1)- Le phosphatage de fond n'a pas été pris en considération dans notre analyse bien que les thèmes semi-intensif et intensif comprennent un tel traitement. Voir FOSNER, J.L., Synthèse partielle de la littérature agronomique en Casamance, ISRA Djibélor, Octobre 1983 p. 15.

- Le phosphate tricalcique autrefois avait été distribué gratuitement aux paysans. En ce moment il n'est plus disponible en Casamance.

2)- Voir l'annexe C.

3)- HARZA Ingéneering Company, Plan Directeur du Développement Agricole de la Basse Casamance phase II - Etudes de factibilité, annexes vol. III 1984. P. D.47.

TABLEAU 8 : TYPES ET DOSES D'ENGRAIS APPLIQUEES ET FORMULEES EN N F K CORRESPONDANTS AUX THEMES 1)

CULTURE	Années	Type d'engrais	Doses d'engrais en kg			Formulons en NFK correspondantes		
			Léger	Thème semi-intensif	Intensif	Léger	Thème semi-intensif	Intensif
Riz aquatique	1974 -	8-18-27	-	-	-	60-40-50	100-40-50	-
	1977	UREE	-	-	-			
Riz pluvial	1969 -	8-18-27	100	200	-	43-18-27	85-36-54	-
	1974	UREE	75	150	-			
	1976 -	8-18-27	-	200	250	-	85-36-54	112-45-68
	1980	UREE	-	150	200			
Maïs	1968 -	8-18-27	100	200	-	54-18-28	108-36-54	-
	1972	UREE	100	200	-			
Mil	1968 -	14-7-7	150	150	-	31-11-11	90-11-11	-
	1972	UREE	-	150	-			
Arachide	1968 -	8-18-27	150	150	-	12-27-41	12-27-67	-
	1972	K C L	-	50	-			

Notes : 1)- Voir le tableau A.1 de l'annexe A pour les sources.

TABLEAU 9 : PRIX UTILISES POUR LES ANALYSES DE RENTABILITE (1983)

P R O D U I T S	Prix financier (au paysan)	PRIX ECONOMIQUE	
		Niveau DAKAR	Niveau Casamance
Riz (kg)	60	87	97
Maïs (kg)	50	54	90
Mil (kg)	55	51	83
Arachide (kg)	60	107	-
Engrais :			
- par kg	50		141
- par kg unités fertilisantes	96	Alternative I	240
		Alternative II	280

4.2.- LA METHODE D'ANALYSE.

L'objectif de l'analyse, comme déjà indiqué dans l'introduction de ce rapport, est de déterminer dans quelle mesure l'utilisation de l'engrais est avantageuse du point de vue paysan et du point de vue de l'économie nationale.

Le principe de base - expliqué plus en détail dans le chapitre 3 - est donc de comparer la valeur de la production additionnelle qui résulte de l'utilisation d'engrais et le coût de l'engrais requis pour engendrer cette augmentation. En divisant la valeur de la production additionnelle par le coût de l'engrais utilisé on obtient le coefficient clef de notre analyse, le ratio valeur / coût.

On a appris que ce coefficient doit être supérieur à 2, avant que les agriculteurs n'utilisent de grandes quantités d'engrais et qu'il doit être 3 ou plus avant qu'ils n'adoptent des engrais pour la première fois.

Dans le calcul du ratio valeur / coût qui est défini comme :

$$R = \frac{Y \cdot P_y}{X \cdot P_x}$$

entrent donc les variables suivantes :

- Y quantité du produit
- P_y prix du produit
- X quantité de l'engrais
- P_x prix de l'engrais

Nous savons du chapitre 3 que la relation entre Y et X peut être exprimé sous forme d'une fonction $Y = f(X)$, la fonction de production ou courbe de réponse.

Pour notre analyse nous ne disposons que de l'information sur trois points d'une telle courbe de réponse imaginaire ; le rendement sans engrais, le rendements d'une dose correspondant au thème léger et le rendement du thème semi-intensif (ou intensif)¹⁾. Les quantités Y pour calculer le ratio moyen sont donc les différences entre les rendements avec engrais et le rendement sans engrais.

Pour obtenir les quantités X d'engrais correspondantes nous simplifions le calcul par l'addition des unités fertilisantes de la formule NPK de chaque thème. Le prix de l'engrais P_x avec lequel nous multiplions la quantité X pour obtenir le coût de l'engrais est donc un prix moyen par kg unités fertilisantes des éléments N, P et K.

La quantité Y multipliée par le prix du produit P_y divisée par le coût $(X P_x)$ nous donne le ratio valeur - coût moyen.

Dans un premier temps nous déterminons le ratio valeur - coût pour chaque culture et série d'essais (dans le cas du riz) ainsi que pour le thème léger et le thème semi-intensif en nous basant sur les prix au producteur en 1983. De cette analyse il ressort que l'utilisation de l'engrais est avantageuse du point de vue du paysan.

Pour déterminer comment cette situation change en fonction d'une politique différente du gouvernement quant à la subvention des engrais et quant aux prix des produits nous recalculons dans un deuxième temps les ratios en supposant une réduction graduelle du taux de subvention et du prix du producteur. Une telle étude de sensibilité est faite aussi pour voir comment une réduction de l'impact de l'engrais sur les rendements par rapport à l'impact constaté dans les essais influe sur la rentabilité de l'utilisation de l'engrais par le paysan.

La rentabilité du point de vue de la société se détermine en valorisant les quantités Y et X avec les prix économiques indiqués dans le tableau 9.

3.-LES RESULTATS.

3.1.- L'IMPACT DE L'ENGRAIS ET LA RENTABILITE FINANCIERE.

L'information de base concernant les essais agronomiques quant aux lieux d'expérimentations, aux années et aux doses d'engrais correspondants à chaque culture se trouve dans le tableau B.1 de l'annexe B. Dans le tableau 10 nous ne présentons que l'information sur l'impact que l'engrais avait sur les rendements.

1)- Voir les résultats dans le tableau B.1, annexe B ; pour le riz pluvial, années 1976-80, la dose nommée légère est la dose semi-intensif, et la dose nommée semi-intensif est la dose intensif pour tous les tableaux.

TABLEAU 10 : L'IMPACT D'ENGRAIS SUR LES RENDEMENTS DANS LES ESSAIS AGRONOMIQUES 1)

	Rendement (absolu)			Augmentation du Rendement					
	Témoin	Dose	Dose ²⁾	Dose légère	Dose semi - intensive				
		légère	semi-intensif		Moyenne		Marginal		
	T/ha	T/ha	T / ha	T / ha	%	T/ha	%	T/ha	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<u>RIZ</u> :									
Aquatique A	3,0	4,0	4,8	1,0	33	1,8	60	0,8	20
" B	1,1	2,3	2,5	1,2	109	1,4	127	0,20	9
Pluvial A	0,53	1,71	2,26	1,18	223	1,73	326	0,55	32
" B ³⁾	0,58	1,75	1,95	1,17	202	1,37	236	0,20	11
<u>MAÏS</u> :	0,71	2,24	2,91	1,53	215	2,20	310	0,67	30
<u>MIL</u> :	1,07	1,70	2,42	0,63	59	1,35	126	0,72	42
<u>ARACHIDE</u> :	- 4)	-	-	0,34	26	0,80	61	0,46	-

NOTES : 1)- Pour les sources et détails voir tableau B.1. dans l'annexe B.

2)- Voir tableau 8 pour les formules.

3)- Il s'agit d'expériences plus récentes. La dose semi-intensive de la série A devient dose légère de la série B. On incluait une nouvelle dose " intensive ".

4)- L'information n'est pas disponible.

Les chiffres du tableau 10 font ressortir quelques constatations essentielles. Tout d'abord il faut noter que le niveau de rendement du témoin (situation sans engrais) influe beaucoup sur les chiffres d'augmentation des rendements, surtout les chiffres relatifs dans les colonnes 5 et 7. Nous notons que ce niveau dans le cas du riz pluvial et du maïs est assez bas, les chiffres relatifs d'augmentation sont donc assez élevés et dépassent 200 % pour la dose légère et 300 % pour la dose semi-intensive, tandis que dans le cas du riz aquatique (A) et du mil, avec un rendement du témoin déjà assez élevé, les augmentations sont relativement faibles.

Même sans faire référence à ce que nous avons appris de la figure 1 sur la forme d'une courbe de réponse, il est évident qu'avec un niveau de rendement très bas le potentiel pour l'augmenter est plus élevé qu'avec un niveau déjà assez élevé. Nous pouvons observer ce même fait en comparant dans le tableau 10 l'augmentation due à la dose légère à celle due à la dose semi-intensive. Certainement les chiffres moyens (colonnes 6 et 7) sont plus élevés ; cependant les chiffres marginaux (colonnes 8 et 9) qui représentent le changement du rendement de la dose semi-intensive par rapport à la dose légère, deviennent plus faibles.

Pour la pratique ces résultats indiquent que le thème léger sera plus facilement à faire passer chez le paysan qu'un thème semi-intensif ou intensif.

Afin de pouvoir répondre à la question de savoir si l'engrais - en thème léger ou en thème semi-intensif - est rentable pour le paysan il faut toutefois considérer les chiffres des valeurs monétaires qui sont présentés dans le tableau B.2, Annexe B dont le tableau 11 reprend les résultats les plus importants.

TABLEAU 11 : RENTABILITE FINANCIERE DE L'UTILISATION D'ENGRAIS.

C U L T U R E	Ratio valeur / coût (financier)		
	Moyen	Moyen	Marginal
	Dose légère	Dose semi-intensif	Dose semi-intensif
<u>RIZ</u> :			
aquatique A	4,1	5,8	12,2
" B	4,9	4,5	3,1
pluvial A	8,2	6,1	3,9
" B	4,1	3,7	2,4
<u>MAÏS</u> :	7,9	5,7	3,5
<u>MIL</u> :	8,2	6,8	5,9
<u>ARACHIDE</u> :	2,6	4,6	10,8

A première vue on aperçoit que tous les ratios dépassent deux, l'épandage de l'engrais se montre donc rentable pour toutes les cultures et doses. A l'exception de l'arachide et du riz aquatique (A) la rentabilité de la dose légère est supérieure à celle de la dose semi-intensive, qui s'exprime par un ratio valeur/coût marginal au dessous du ratio moyen. Le ratio marginal étant toujours bien au dessus de deux, la dose semi-intensive se rend assez attractive pour le paysan.

3.2.-ANALYSE DE SENSIBILITE SUR LA RENTABILITE FINANCIERE.

2.1.-REDUCTION DE LA SUBVENTION.

Actuellement la subvention sur les engrais correspond à un taux d'environ 62 % du coût réel ¹⁾. Il est donc intéressant de savoir comment une réduction ou une élimination de cette subvention influe sur la rentabilité de l'utilisation de l'engrais pour les paysans.

Dans le tableau 12 nous présentons les ratios valeur/coût correspondants à une réduction de la subvention à 25 % du coût réel et à 0 %, c'est-à-dire à l'élimination de la subvention.

1)- USAID/SENEGAL, Programm Assistance Approval Document, May 1983, Annexe F, table 6.

TABLEAU 12 : RENTABILITE FINANCIERE D'ENGRAIS DANS LE CAS D'UNE
REDUCTION DE LA SUBVENTION

C U L T U R E	NIVEAU DE LA SUBVENTION			
	25 %		Zéro	
	L. 1)	S.I. 1)	L.	S.I.
<u>RIZ</u> :				
aquatique A	2,1	2,9	1,6	2,2
" B	2,5	2,3	1,5	1,7
pluvial A	4,2	3,1	3,1	2,3
" B	2,1	1,9	1,6	1,4
<u>MAÏS</u> :	4,0	2,9	3,0	2,2
<u>MIL</u> :	4,2	3,4	3,1	2,6
<u>ARACHIDE</u> :	1,3	2,3	1,0	1,8

1)- L. = dose légère, S.I. = dose semi-intensive.

Nous nous apercevons qu'une réduction de la subvention à un niveau de 25 % du coût réel mène à un ratio de rentabilité qui reste toujours au dessus du niveau de deux, c'est-à-dire pour le paysan qui est habitué à l'application de l'engrais il est toujours attractif de l'appliquer, même en thème intensif. Pour le riz pluvial, le maïs et le mil la rentabilité reste même à un niveau qui devrait inciter un paysan à commencer l'épandage de l'engrais,

L'élimination de la subvention d'engrais mènerait dans le cas de l'arachide à un niveau de rentabilité trop faible pour justifier son épandage. Pour le cas de niveaux faibles de l'impact d'engrais sur le rendement du riz (riz aquatique et pluvial, cas B) le ratio valeur/coût n'atteint pas le seuil critique de deux, il ne suffit donc pas d'inciter le paysan à l'utilisation de l'engrais.

C'est en fait sur le maïs, le mil et le riz pluvial que l'engrais surtout en thème léger a une rentabilité assez élevés pour pouvoir inciter le paysan à son utilisation, même dans le cas où il n'y a pas de subvention.

4.3.2.2.- REDUCTION DU PRIX AU PRODUCTEUR.

On entreprend une analyse de sensibilité sur les prix au producteur en réduisant ce prix à un niveau qui correspond à 90 %, 80 % et 70 % respectivement des prix dans l'année 1983. (Voir le tableau B.3. dans l'annexe B.).

Même avec une réduction de prix à 70 % la rentabilité de l'épandage de l'engrais serait toujours obtenue. Ce n'est que sur l'arachide où le ratio valeur/coût n'atteint pas deux pour la dose légère. Pour les autres cultures la rentabilité atteint toujours un niveau qui devrait inciter le paysan à utiliser l'engrais.

4.3.2.3.- REDUCTION DE L'IMPACT D'ENGRAIS.

Même si la considération d'un ratio valeur/coût de deux comme seuil d'acceptabilité d'engrais par le paysan comprend déjà le risque comme un facteur déterminant, il est intéressant de voir comment un impact réduit de l'engrais sur le rendement influe sur le niveau du ratio valeur/coût.

TABLEAU 13 : RENTABILITE FINANCIERE EN FONCTION D'UN IMPACT REDUIT D'ENGRAIS

CULTURE	IMPACT ENGRAIS ¹⁾		REDUIT A	
	75 %		50 %	
	L.	S.I.	L.	S.I.
<u>RIZ</u> :				
aquatique A	3,1	4,4	2,0	2,9
" B	3,7	3,4	2,4	2,3
pluvial A	6,2	4,5	4,1	3,0
" B	3,1	2,8	2,0	1,9
<u>MAIS</u> :	5,9	4,3	3,9	2,8
<u>MIL</u> :	6,2	5,1	4,1	3,4
<u>ARACHIDE</u> :	2,0	3,5	1,3	2,3

1)- Augmentation du rendement dans les expérimentations (tableau 10) = 100 %.

Les résultats de l'analyse dans le tableau 13 montrent que dans la situation actuelle des prix même un impact de l'engrais réduit à 50 % des résultats dans les essais agronomiques mène toujours à un niveau de rentabilité satisfaisant, exception de la dose légère sur l'arachide.

4.3.3.- LA RENTABILITE ECONOMIQUE.

Nous avons déjà constaté ci-dessus qu'un ratio valeur/coût calculé sur la base des prix économiques, c'est-à-dire des prix qui reflètent la valeur des produits et le coût de l'engrais réels à la société, doit dépasser légèrement l'unité pour rendre l'utilisation de l'engrais rentable du point de vue de la société.

Nous avons calculé deux séries de ratios valeur/coût en supposant deux valeurs alternatives pour le prix économique par kg d'unités fertilisantes de 240 et 280 F.CFA. Les résultats complets se trouvent dans le tableau B. 4 de l'annexe B. Dans le tableau 14 nous présentons les résultats pour le cas moins favorable d'un prix économique de 280 F.CFA. Nous pouvons apercevoir que tous les ratios dépassent bien l'unité, le ratio de 1,6 (dose légère pour l'arachide) étant le plus bas.

TABLEAU 14 : RENTABILITE ECONOMIQUE DE L'UTILISATION D'ENGRAIS.

C U L T U R E	Ratio valeur coût (économique)	
	Prix produit niveau D A K A R	Prix produit niveau CASAMANCE
<u>RIZ</u> :		
aquatique A	2,1	2,9
" B	2,5	2,3
pluvial A	4,2	3,1
pluvial B	2,1	1,9
<u>MAÏS</u> :	3,0	2,1
<u>MIL</u> :	2,7	2,2
<u>ARACHIDE</u> :	1,6	2,9

Pour les produits qui sont actuellement déficitaires en Casamance, comme le riz, le prix du produit niveau Casamance est le prix adéquat pour l'analyse. Même pour le prix économique niveau DAKAR l'utilisation de l'engrais se montre hautement rentable du point de vue de la société. Les politiques et actions de promotion de l'utilisation de l'engrais sont donc justifiées.

5.- CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.

5.1.- CONCLUSIONS.

Des données statistiques et des études récentes menées en Moyenne et Basse Casamance l'on se rend compte d'une diminution alarmante de l'utilisation d'engrais chimiques durant les dernières années.

Le terme alarmante se justifie d'une part du fait que la fumure chimique représente un thème technique que l'encadrement cherche à faire passer chez le paysan ¹⁾ et d'autre part du fait que les résultats de la présente analyse montrent clairement que l'utilisation d'engrais est rentable du point de vue du paysan ainsi que du point de vue de l'économie nationale ou de la société.

Il est particulièrement regrettable que le potentiel pour l'augmentation de la production céréalière par l'application d'engrais chimiques ne soit pas utilisé dans une situation, dans laquelle s'observe un déficit alimentaire pour la famille paysanne ainsi qu'au niveau régional et national.

Bien qu'il existe un nombre d'hypothèses sur les causes d'une baisse de l'utilisation d'engrais et sur les contraintes principales existant au niveau des institutions de soutien au développement et au niveau du paysan, on peut constater un manque des connaissances fondamentales de ces contraintes ainsi qu'un manque de diffusion des connaissances déjà existantes et leur prise en considération.

Pour contribuer à rendre le problème plus transparent on donnera quelques suggestions quant aux priorités à privilégier dans les activités de recherche, de vulgarisation et dans la politique agricole.

2.-RECOMMANDATIONS.

L'utilisation d'engrais chimiques est complémentaire à celle des variétés améliorées, d'un programme phytosanitaire, des méthodes culturales appropriées, de la maîtrise de l'eau etc... Les investissements dans l'infrastructure soit de maîtrise de l'eau soit de soutien au développement agricole en général, ne peuvent être rentabilisés qu'avec l'application des engrais et des autres thèmes indiqués ci-dessus. Ces thèmes cependant, ne peuvent être appliqués qu'en cas de disponibilité des intrants nécessaires. De même ces thèmes ne seront pas acceptés par le paysan s'ils ne correspondent pas à une perception de sa situation, à ses objectifs et à sa capacité d'autofinancement et de travail ainsi qu'aux conditions de l'environnement.

Il y a donc une multitude de problèmes liés à l'utilisation d'engrais qui doivent être pris en considération par la recherche, par les services de vulgarisation et par les centres de décision sur la politique agricole.

1)- Le fait que la dose moyenne d'engrais appliquée sur la superficie encadrée par la SOMIVAC est tombée de 50 kg/ha il y a six ans à 2 kg dans la campagne 82/83 montre que peut-être, cet effort n'est même pas justifiable. Le paysan, semble bien connaître le bénéfice qu'une application d'engrais chimique peut apporter.

5.2.1.- PROBLEMES A ETUDIER.

Nous énumérerons quelques thèmes à étudier sans spécifier les maîtres - d'oeuvre éventuels. Il faut souligner qu'une étroite coordination et coopération entre les parties mentionnées ci-dessus est indiquée pour la spécification des détails et pour l'exécution des études.

- déterminer pour différents types et stades de fertilité des sols les types (formules) et doses d'engrais adaptées. Déterminer le traitement approprié pour les sols sous influence de la salinisation et de l'acidification.

- Étendre les programmes de la recherche agronomique et multiplication de semences existant pour le riz et l'arachide aux cultures de maïs et de mil. La complémentarité fumure chimique - variétés améliorées est aussi valable pour ces cultures.

- Étudier les alternatives pour la lutte contre les adventices, problème étroitement lié à la fertilisation chimique. Les opérations mécaniques, bénéficiant surtout de la traction animale, et les possibilités d'atténuer les goulots d'étranglements de la main-d'oeuvre pour les sarclages par un changement du calendrier cultural doivent avoir ^{priorité} sur la lutte chimique en milieu paysan. L'application des herbicides, à part de fait d'être coûteuse, porte des risques soit sous forme de dégâts aux cultures soit à la santé de l'homme quand elle est introduite dans un milieu mal préparé pour une telle innovation. Le coût d'opportunité de la main-d'oeuvre généralement peu élevé souvent ne justifie pas les coûts et risques liés à l'application des herbicides.

- Étudier pour les cultures de plateau (surtout le maïs et le mil) la possibilité d'accélérer la croissance initiale des jeunes plants avec l'application d'engrais azotés bien dosés après les sémis pour leur permettre de mieux supporter des périodes de sécheresse courte.

- Étudier la fumure organique traditionnelle des Diolas (incluant herbes, pailles, détritiques domestiques et coquillages comportés) et autres systèmes de la fumure organique utilisant les déchets de la production végétale et animale.

- Étudier les cultures de fixation symbiotique d'azote surtout quant à leur rôle dans l'assolement et comme culture d'association avec les cultures céréalières.

- Étudier les contraintes qui s'opposent à l'utilisation d'engrais chimiques telles que perçues par le paysan lui-même (enquête) comme base pour mieux l'aider à les surmonter.

- Etudier les contraintes dans le système existant de commercialisation et de distribution des engrais et des produits agricole. Réfléchir sur le rôle éventuel du secteur privé dans un système réformé.

- Etudier les facteurs influant sur les rendements en milieu paysan en se basant sur des analyses statistiques multivariantes.

- Etudier les coûts liés à l'application d'engrais chimiques pour différents cultures, niveaux technologiques et types d'exploitation. Etablir des budgets de cultures correspondants en indiquant surtout les besoins en main-d'oeuvre par activité et par époque.

2.2-SUGGESTIONS AUX SERVICES DE VULGARISATION.

- Les recommandations des vulgarisateurs quant au type et à la dose d'engrais chimiques à utiliser doivent s'orienter vers la situation spécifique de l'exploitation et de l'année en cours. Les objectifs du paysa, le type de sol, l'assolement, la pluviométrie, la disponibilité des intrants et de la main-d'oeuvre pour les travaux culturaux et les prix sur le marché sont quelques variables à prendre en considération.

- Le paysan a une aversion prononcée contre les risques, fonction de sa situation souvent près du minimum absolu et qui justifie bien une telle aversion. La dose d'engrais acceptable (et donc la somme d'argent à risquer) pour lui peut être bien en dessous de la dose recommandée par la recherche.

- Une bonne fertilité naturelle du sol et une fumure organique permettent souvent de économiser sur l'engrais chimique en se limitant à une dose légère d'UREE.

- La fumure chimique des variétés locales du riz doit être faite avec précaution à cause d'un risque à l'averse et d'attaques de pyriculariose surtout comme conséquence à une dose trop forte d'azote.

- Il faut éviter de mettre l'accent sur les thèmes techniques concernant la fumure chimique et des variétés améliorés si ces intrants ne seront pas disponibles, soit en quantité suffisante et en qualité satisfaisante soit à temps pour être utilisés avec succès. Il faut plutôt mettre l'accent sur des thèmes qui peuvent alléger la situation de pénurie d'engrais (fumure organique, engrais vert, cultures de fixation symbiotique d'azote).

- La fumure chimique et la fumure organique sont complémentaires. L'impact positif de la fumure chimique est intensifié par la fumure organique. Les thèmes doivent être traités dans ce sens par les vulgarisateurs.

- La fumure est un thème dont l'impact sur les cultures est très bien visibles. Des champs de démonstration situés centralement près des chemins souvent fréquentés et pourvus de plaques indicatrices permettent aux paysans de bien suivre le développement différent des cultures avec et sans traitement depuis le semis jusqu'à la récolte. Ces démonstrations doivent se faire sur les champs et avec des paysans qui ne sont pas nécessairement les leaders du village.

- Les vulgarisateurs se doivent familiariser avec quelques notions sur le concept économique de base et son application dans l'analyse présente pour les pouvoir considérer dans leur travail.

5.2.3.-SUGGESTIONS POUR LA POLITIQUE AGRICOLE.

- La politique agricole doit éviter de créer des incertitudes concernant le système des prix et de distribution des engrais, le crédit et le remboursement des dettes et en plus des aléas de la nature qui menacent déjà l'a riculteur.

- Un système de retenue à la source pour les engrais et les semences ne respecte pas la capacité du paysan à décider lui-même sur l'utilisation des ressources à sa dispositions en se basant sur ses objectifs, les prix réels pour sa production et les prix d'intrants disponibles. Un système de retenue risque de mener à une allocation des ressources qui ne correspond ni aux objectifs du paysan ni aux objectifs de la société.

- La gamme des engrais disponibles, qui pour le moment ne comprend qu'un type d'engrais composé NPK (8-18-27) et un engrais azoté (UREE) doit être complétée par au moins un engrais phosphaté et un engrais potassique pour permettre une fumure mieux adaptée aux différents types de sol.

- Les rizières aquatiques avec leur fertilité naturelle élevée possèdent un potentiel pour de très bons rendements même sans application de beaucoup d'engrais. Leur protection contre la salinisation paraît être une bonne alternative à la création des nouveaux périmètres irrigués souvent très coûteux. Les techniques d'exploitation des rizières aquatiques sont bien maîtrisées par la population paysanne pour qui ce type de riziculture a traditionnellement été considéré comme l'activité de base pour la création de produits alimentaires, de revenu et d'utilisation de la main-d'oeuvre.

6 BIBLIOGRAPHIE.

BEYE, G., La fertilisation phosphatée et azotée du riz sur sols sulfatés acides du FOLDER de Médina (Basse Casamance), " L'Agronomie Tropicale ", Vol. XXVIII, N° 8, Août 1973.

HARZA Ingéniering Company, Plan Directeur du développement agricole, de la Basse Casamance, Phase II Etudes de factibilité, annexes Vol. III, 1984.

ISRA, Bilan de 12 années de recherche rizicoles en Basse Casamance, 1967 - 1979, Station de Recherches Rizicoles de DJIBELOR s.a.

ISRA, Equipe systèmes de Production et Transfert de Technologie en milieu rural, la recherche sur les systèmes de production en Basse Casamance, Campagne agricole 1982/1983, Djibélor 1983.

ISRA, SOMIVAC, Cellule Recherche - Développement, Synthèse des résultats de recherche et proposition des thèmes de travail pour la cellule, Djibélor, Février 1984.

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL, Inspection Régionale d'Agriculture Casamance, Rapports annuels, plusieurs années.

FOCTHIER, G. et H. FABRE, Résultats de l'expérimentation multilocale et de l'application de la recherche au Sénégal, IRAT, Mai 1974.

FOCTHIER, G. Rapport annuel de la réunion " Expérimentation multilocale, Campagne 1980 - 1981 " ISRA, BAMBEY 1981.

FOSNER, J.L., Synthèse partielle de la littérature agronomique en Casamance, ISRA Djibélor 1983.

SOMIVAC, UNITE DE PLANIFICATION REGIONAL, Plan Directeur de Développement Rural pour la Casamance, avant projet, Ziguinchor 1978.

SOMIVAC / BEEP, Etude d'aménagement hydro-agricole en Moyenne-Casamance, Agro-socio-économie, Tome II, Juillet 1983.

SOMIVAC / BEEP, Evaluation de l'impact du PIDAC en Basse-Casamance, Campagne agricole 1982-1983, Première partie : la pénétration des thèmes techniques, série : Documents de travail, N° 1., 1983.

SOMIVAC / BEEP, Evaluation PRS, pénétration des thèmes techniques en Moyenne - Casamance, Manuscrit Mars 1984.

SOMIVAC / DFO, la SOMIVAC en chiffres, Septembre 1983.

US-AID / SENEGAL, Programm Assistance Approval

Document, Agricultural Développement Assistance,

Sahel Développement Fund 685-0249, Annex F, May 1983.

ZALLA, T., DIAMOND, R.B. et M.S. MUDAHAR,

Aspects Economiques et techniques de la production et de l'utilisation
d'engrais en Afrique de l'Ouest, African Rural
Economy Program, Working paper N° 22,
Muscle Shoals, Alabama - East Lansing,
Michigan 1977.

7.- A N N E X E S.

ANNEXE A.

1.- DONNEES DE BASE POUR L'ESTIMATION DES COURBES DE REPONSE (FONCTION DE PRODUCTION)

1.1.- MEDINA (Djibélor), Années 1966 et 1970.

Dose (kg N/ha)	Rendement kg/ha Paddy	
	1966 (I)	1970 (II)
0	840	3.304
40	900	3.470
80	1.020	3.865
120	1.080	3.873
160	1.110	4.101

SOURCE : BEYE (G.)

La fertilisation phosphatée et azotée du riz sur sols sulfatés acides du Polder de Médina (Basse Casamance), " l'Agronomie Tropicale ", Vol. XXVIII, N° 8, Août 1973.

1.2.- KAMOBÉUL, Campagne 1973/74 (III)

	Dose engrais (en kg N/ha)	Rendement paddy (en kg/ha)
(témoins) P K et	0	3.137
" et	50	4.132
" et	100	4.647
" et	150	5.511

SOURCE : POCHIER, G. et H. FABRE

Résultats de l'expérimentation Multilocale et de l'application de la recherche au SENEGAL, IART, Mai 1974.

2.- FONCTIONS DE BASE ESTIMÉES.

Y = rendement en kg / ha paddy

N = engrais en kg N/ha

2.1.- MEDINA 1966. $Y = 828,8571 + 2,6571 N - 0,0054 N^2$
(expériment I) $(R^2 = 0,979)$

MEDINA 1970. $Y = 3285,6286 + 6,8711 N - 0,0117 N^2$
(expériment II) $(R^2 = 0,9497)$

2.2.- KAMOBUEL 1973/74. $Y = 3178,45 + 17,239 N - 0,0131 N^2$
(expériment III) ($R^2 = 0,9824$)

3.- HYFOTHESE SUR LES PRIX.

UREE	45	F.CFA.	
Nitrogène	98	F.CFA.	= P_N
Riz paddy	60	F.CFA.	= P_Y

4.- CONDITION POUR L'OPTIMUM ECONOMIQUE.

$$P_Y \left(\frac{dY}{dN} \right) = P_N \quad \text{ou} \quad \frac{dY}{dN} = \frac{P_N}{P_Y} \quad \text{ou} \quad \frac{P_Y \left(\frac{dY}{dN} \right)}{P_N} = 1$$

5.- DOSE EN KG N DANS L'OPTIMUM ECONOMIQUE.

I	$2,6571 - 0,0108 N = 1,6333$	$N = 94,8$
II	$6,8711 - 0,0234 N = 1,6333$	$N = 223,8$
III	$17,239 - 0,0262 N = 1,6333$	$N = 595,6$

6.- QUANTITE DE RIZ PADDY CORRESPONDANTE. (en kg)

I	: 1032,6	II : 4235,3	III : 8798,9
---	----------	-------------	--------------

relation valeur / coût.

I	: 1,3	II : 2,6	III : 5,8
---	-------	----------	-----------

Optima économiques obtenus pour différents prix de riz et engrais sur la base d'une courbe réponse.

I.- FONCTION MEDINA 1966.

Riz/kg paddy	Prix (F.CFA)		Ratio coût/prix	Optimum économique kg N/ha	Augmentation rendement		Ratio valeur/coût
	Engrais kg N	kg UREE			kg/ha	kg/kg N	
50	98	45	2,0	64,5	149,0	2,3	1,2
60	98	45	1,6	94,8	203,4	2,1	1,3
70	98	45	1,4	116,4	236,1	2,0	1,4
80	98	45	1,2	132,6	257,4	1,9	1,6
60	141	65	2,4	28,4	71,2	2,5	1,1
60	120	55	2,0	60,8	141,7	2,3	1,2
60	98	45	1,6	94,8	203,4	2,1	1,3
60	76	35	1,3	128,7	252,6	2,0	1,5
60	54	25	0,9	162,7	389,4	1,8	2,0

II.- FONCTION MEDINA 1970.

Riz/kg paddy	Prix (F.CFA.)		Ratio coût/prix	Optimum économique kg N/ha	Augmentation rendement		Ratio valeur/coût
	Engrais kg N	kg UREE			kg/ha	kg/kg N	
50	98	45	2,0	209,9	926,7	4,4	2,3
60	98	45	1,6	223,8	951,8	4,3	2,6
70	98	45	1,4	233,8	966,9	4,1	3,0
80	98	45	1,2	241,3	976,7	4,0	3,3
60	141	65	2,4	193,2	890,8	4,6	2,0
60	120	55	2,0	208,2	923,3	4,4	2,2
60	98	45	1,6	223,8	951,8	4,3	2,6
60	76	35	1,3	239,5	974,5	4,1	3,2
60	54	25	0,9	255,2	991,5	3,9	4,3

.- FONCTION KAMBEUL 1973/74.

ddy	Prix (F.CFA.)		Ratio coût / prix	Optimum kg N/ha	Augmentation rendement		Ratio valeur/ coût
	Engrais kg N	kg UREE			kg N/ha	kg/ha	
<u>50</u>	98	45	2,0	583	5.598	9,6	4,9
<u>60</u>	98	45	1,6	596	5.621	9,4	5,8
<u>70</u>	98	45	1,4	605	5.634	9,3	6,7
<u>80</u>	98	45	1,2	611	5.643	9,2	7,5
60	<u>141</u>	<u>65</u>	2,4	568	5.566	9,8	4,2
60	<u>120</u>	<u>55</u>	2,0	582	5.595	9,6	4,8
60	<u>98</u>	<u>45</u>	1,6	596	5.621	9,4	5,8
60	<u>76</u>	<u>35</u>	1,3	610	5.641	9,3	7,3
60	<u>54</u>	<u>25</u>	0,9	624	5.656	9,1	10,1

TABLEAU B.1.

RESULTATS D'EXPERIMENTS MULTIANNUELS EN CASAMANCE

CULTURE	Période de l'expérience	Type d'expérience	Dose d'engrais appliquée		Rendement (absolu)			Rendement (augmentation)					
			LIEU	Légère N P K	semi intensif N P K	Témoin T/ha	Dose légère T/ha	Dose semi intensif T/ha	Dose				
									Dose légère T/ha	%	Dose semi-intensif T/ha	%	
RIZ AQUATIQUE													
Casamance 1)	1974 - 1977	Expériences Parcelles		60-40-50	100-40-50	3,0	4,0	4,8	1,0	33	1,8	60	
Kamobeul 1)	1977	15 x 20 m		60-40-50	100-40-50	1,1	2,3	2,5	1,2	109	1,4	127	
RIZ PLUVIAL													
NDiéba 2)	1969 - 1974	"amélioration foncière"		43-18-27	85-36-54	0,53	1,71	2,26	1,18	223	1,73	326	
Séfa, 3)													
NDiéba et Vélingara (moyenne)	1976 - 1980	"amélioration foncière"		85-36-54	112-45-68	0,58	1,75	1,95	1,17	202	1,37	236	
MAÏS													
Séfa et NDiéba 4)	1968 - 1972	"amélioration foncière"		54-18-27	108-36-54	0,71	2,24	2,91	1,53	215	2,20	310	
MIL													
Séfa, NDiéba et Vélingara (moyenne)	1968 - 1972	"amélioration foncière"		21-11-11	90-11-11	1,07	1,70	2,42	0,63	59	1,35	126	
ARACHIDE													
Séfa, NDiéba et Vélingara 4)	1968 - 1972	"amélioration foncière"		12-27-41	12-27-67	-	-	-	0,34	26	0,8	61	

1)- ISRA Station de Recherche Rizicole de Djabélor, Bilan de 12 années de recherches rizicoles en Basse Casamance, 1967 - 1979 s.a., p.11.

2)- POCTHIER, G., dossiers personnels cités dans : POSNER, J. Synthèse partielle de la littérature agronomique, ISRA Djibélor 1983 tableau 7 p. 16.

3)- POCTHIER, G., Rapport annuel de la réunion "expérimentation multilocale, campagne 1980-81", ISRA, Bambej 1981, p. 20.

4)- POCTHIER, G. (1981), tableau 3 POSNER, J. Op. cit. p. 14 et ISRA, Rapport Annuel de la réunion "Expérimentation multilocale campagne 1980-81", ISRA, Bambej 1981.

TABLEAU B.2.

ANALYSE DE RENTABILITE FINANCIERE BASE SUR LES RESULTATS D'EXPERIMENTS EN CASAMANCE ¹⁾

CULTURE	Année des Expériences	Dose engrais (Unité NPK)		Coût engrais (Prix /unité 98 F.CFA.)		Augmentation revenu (Prix produits 83/84)		Ratio coût / prix corres pondant	Ratio Valeur/coût	
		L.2)	S.I. 3)	L.	S.I.	L.	S.I.		L.	S.I.
LIEU										
RIZ AQUATIQUE						(60 F.CFA /kg)		1,6		
Casamance	1974 - 77	150	190	14.700	18.620	60.000	108.000		4,1	5,8
Kamobeul	"-	150	190	14.700	18.620	72.000	84.000		4,9	4,5
RIZ PLUVIAL										
NDiéba	1969 - 74	88	175	8.624	17.150	70.800	103.800		8,2	6,1
Séfa etc...	1976 - 80	175	225	17.150	22.050	70.200	82.200		4,1	3,7
MAÏS						(50 F.CFA /kg)		2,0		
Séfa et NDiéba	1968 - 72	99	198	9.702	19.404	76.500	110.000		7,9	5,7
MIL						(55 F.CFA /kg)		1,8		
Séfa, NDiéba et Vélingara	1968 - 72	43	112	4.214	10.976	34.650	74.250		8,2	6,8
ARACHIDE						(60 F.CFA /kg)		1,6		
Séfa, NDiéba et vélingara	1968 - 72	80	106	7.840	10.388	20.400	48.000		2,6	4,6

1)- Voir tableau B.1 pour spécification des expériences.

2)- Signifie une dose légère dans les expériences "amélioration foncière" cela correspond à la dose F1, à l'exception des expériences riz pluvial 1976-80, où il correspond à F 2.

3)- S.I. signifie semi-intensive ou F2, à l'exception de 1976-80 où il correspond à F3 ou intensive.

TABLEAU B.3

ANALYSE DE SENSIBILITE DES RATIOS VALEUR/COUT CONCERNANT LA SUBVENTION D'ENGRAIS, LE PRIX

AU PRODUCTEUR ET L'IMPACT DE L'ENGRAIS SUR LE RENDEMENT

CULTURE	Subvention engrais ¹⁾ réduit à						Prix au Producteur ²⁾ réduit à						Impact engrais ³⁾ réduit à				
	50 %		25 %		0 %		90 %		80 %		70 %		75 %		50 %		
	L.	S.I.	L.	S.I.	L.	S.I.	L.	S.I.	L.	S.I.	L.	S.I.	L.	S.I.	L.	S.I.	
RIZ AQUATIQUE																	
Casamance	3,1	4,4	2,1	2,9	1,6	2,2	3,7	5,2	3,3	4,6	2,9	4,1	3,1	4,4	2,0	2,9	
Kamobeul	3,7	3,4	2,5	2,3	1,9	1,7	4,4	4,1	3,9	3,6	3,4	3,2	3,7	3,4	2,4	2,3	
RIZ PLUVIAL																	
NDiéba	6,2	4,6	4,2	3,1	3,1	2,3	7,4	5,4	6,6	4,8	5,7	4,2	6,2	4,5	4,1	3,0	
Séfa NDiéba et Vélingara	3,1	2,8	2,1	1,9	1,6	1,4	3,7	3,6	3,2	3,0	2,9	2,6	3,1	2,8	2,0	1,9	
MAÏS																	
Séfa et NDiéba	6,0	4,3	4,0	2,9	3,0	2,2	7,1	5,1	6,3	4,5	5,5	4,0	5,9	4,3	3,9	2,8	
MIL																	
Séfa NDiéba et Vélingara	6,2	5,1	4,2	3,4	3,1	2,6	7,4	6,1	6,6	5,4	5,8	4,7	6,2	5,1	4,1	3,4	
ARACHIDE																	
Séfa NDiéba et Vélingara	2,0	3,5	1,3	2,3	1,0	1,8	2,3	4,2	2,1	3,7	1,8	3,2	2,0	3,5	1,3	2,3	

1)- La subvention actuelle correspond approximativement à 62 % en moyenne

2)- Basé sur les prix officiels de la campagne 1983/84 (Riz 60, Maïs 50, Mil 55, Arachide 60 F.CFA = 100 %).

3)- Augmentation du rendement dans les expériences indiqués = 100 %.

TABLEAU B.4

ANALYSE DE RENTABILITE ECONOMIQUE DES RESULTATS D'EXPERIMENTS EN CASAMANCE 1)

CULTURE	Prix économique de l'unité fertilisante : 240			Prix économique de l'unité fertilisante : 280		
	L.	S.I..	L.	Prix niveau CASAMANCE	Prix niveau DAKAR	Prix niveau CASAMANCE
LIEU	L.	S.I..	L.	S.I.	S.I.	S.I.
Riz aquatique						
Casamance	2,4	3,4	2,7	3,8	2,9	3,3
Karobeul	2,9	2,7	3,8	3,0	2,3	2,6
Riz pluvial						
NDioba	4,9	5,6	5,4	4,0	3,1	3,4
Séfa, NDioba et Vélingara	2,4	2,2	2,7	2,5	1,9	2,1
Maïs						
Séfa et NDioba	3,5	2,5	5,8	4,2	2,1	3,6
Mil						
Séfa NDioba et Vélingara	3,1	2,6	5,1	4,2	2,2	3,6
Arachide						
Séfa NDioba et Vélingara	1,9	3,4	-	-	2,9	-

1)- Ces prix économiques proviennent de l'étude: HARZA Engineering Company, Plan Directeur de Développement Agricole de la Basse Casamance, phase II, Etudes de factibilité, Annexes vol. III 1984, p. D. 47 .

RECOMMANDATIONS FICHES CULTURALES DTO/SOMIVAC CONCERNANT FUMURE

C U L T U R E :

RECOMMANDATIONS

Riz aquatique

Pépinière : La fumure organique est toujours bénéfique ; NPK C, 15 kg pour 10 m² au planage et C, 10 kg pour 10m² à la levée.

Rizière : Fumure de fond : fumure organique (fumier de vache bien décomposé, poudre de coques d'arachide etc...).

Épandage de phosphate tricalcique :

400 kg/ha avant labour une fois par 5 ans. Fumure de base : 200 kg/ha NPK et enfouir avec le planage fumure d'entretien : première épandage Urée : épandre au début du tallage après avoir drainé la rizière. En cas d'impossibilité de drainer la rizière complément éviter la circulation de l'eau durant l'épandage pendant 4 jours.

Épandre l'Urée quand les feuilles ne sont pas mouillées pour éviter les brûlures par l'Urée retenue par l'humidité des feuilles. Dose 100 kg/ha. Deuxième épandage UREE : épandre à la montaison - nouaison. Dose 100 kg/ha dans les mêmes conditions d'épandage que le premier.

RECOMMANDATIONS

- Fumure de fond : 400 kg/ha de phosphate tricalcique avant le labour en début Juin après la première pluie utile et enfouir avec le labour. Renouveler la dose tous les trois ans.
 - Fumure de base : 200 kg/ha de NPK après le labour et avant la reprise.
 - Première épandage Urée : Après le premier sarclage en début tallage. Dose : 100 kg/ha.
 - Deuxième épandage Urée : A la montaison après un binage. Dose 50 kg/ha.
 - Fumure de fond : 400 kg/ha de phosphate tricalcique + fumure organique même à faible dose.
 - Fumure de base : 150 kg/ha après le labour et enfouir avec une reprise.
 - Epandage Urée : Epandre l'Urée au début de la montaison et au début de l'épiaison. Dose 50 kg/ha à chaque épandage.
- :
- Fumure de fond : 400 kg/ha de phosphate tricalcique une fois tous les 4 ans (avant le labour). Il ne faut pas négliger la fumure organique même de faible dose.
 - Fumure de base : Epandage de 150 kg/ha de NPK après le démarrage.
 - Fumure de fond : Epandre 400 kg/ha de tricalcique une fois pour une durée de 4 ans.
 - Fumure de base : Juin - Juillet, au labour, à la reprise ou quelques jours après le semis épandre 150 kg/ha de NPK.

