

UNE ANALYSE ECONOMIQUE DES ESSAIS VARIETAUX ET AGRONOMIQUES  
A L'INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES

Rapport présenté

par

James F. Tefft  
Consultant

Rapport Préparé pour l'USAID/Sénégal et  
L'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles  
Dans le cadre du Projet ISRA/MSU/USAID de  
Recherche Agricole II au Sénégal

Juin 1991

## AVANT PROPOS

Ce rapport présente les résultats d'une analyse économique de plusieurs essais variétaux et agronomiques effectués par des chercheurs-sélectionneurs et agronomes à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). La réalisation de ce rapport a compris trois étapes. La première phase a consisté en une analyse préliminaire des essais sur la base des rapports mentionnés en Annexe 1. Ensuite, j'ai fait des présentations aux chercheurs à Bambey et à St. Louis au Sénégal où j'ai discuté les méthodes utilisées et les résultats préliminaires des analyses. Les discussions qui ont suivies les présentations et mes entretiens directs avec les chercheurs concernés m'ont aussi permis de clarifier quelques questions et d'obtenir les informations nécessaires pour compléter l'analyse. La dernière étape était donc la réalisation de ce rapport final.

Etant donné le stade intermédiaire d'une bonne partie de la recherche agronomique à l'ISRA, ce rapport ne fait pas de recommandations définitives sur la base de ces analyses. Un accent particulier est pourtant mis sur les étapes principales des méthodes et les difficultés rencontrées dans la réalisation de ce travail. Je réfère souvent le lecteur aux autres documents et manuels sur lesquels ce type d'analyse est basé qui discutent de plus près tous les détails. Je discute aussi les actions dans l'avenir que les chercheurs peuvent entreprendre pour mieux valoriser la contribution socio-économique à l'analyse des essais, et donc améliorer les possibilités d'introduire des variétés ou des innovations technologiques qui sont rentables et acceptables pour les producteurs.

## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION . . . . .	1
Organisation du rapport . . . . .	1
Execution des analyses économiques et le rôle de la recherche socioéconomique . . . . .	2
ETAPES D'UNE ANALYSE ECONOMIQUE DES ESSAIS AGRONOMIQUES . . . . .	4
Budget partiel . . . . .	4
Analyse de rentabilité . . . . .	8
La courbe des bénéfices nets . . . . .	11
Analyse de sensibilité . . . . .	13
Analyse de risque . . . . .	15
Choix du traitement préféré . . . . .	15
RESULTATS DES ESSAIS . . . . .	17
Résumé des résultats des autres essais agronomiques . . . . .	17
Résultats des essais variétaux . . . . .	17
La recherche socio-économique et des essais variétaux . . . . .	21
CONCLUSION . . . . .	23
REFERENCES . . . . .	24
ANNEXES	
1    Rapports des Essais Variétaux et Agronomiques	
2    Liste des Prix des Produits et des Intrants	
3    Tableaux et Figures	
4    Etapas dans les Analyses Economiques	

**Une Analyse Economique des Essais Variétaux et Agronomiques  
à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles**

Rapport présenté

par

James F. Tefft

**INTRODUCTION**

L'objectif général d'une analyse économique des essais agronomiques est de déterminer la rentabilité et la faisabilité (acceptabilité) d'un traitement du point de vue du producteur. L'identification du meilleur traitement sur le plan économique contribue à la formulation des recommandations qu'un producteur peut adopter. C'est un aspect parmi plusieurs critères qui aide dans le choix d'un traitement à recommander. Les méthodes employées pour faire cette analyse et résumées dans ce document sont très communes et bien documentées en plus de détails dans plusieurs rapports (Boughton et al., 1990; Crawford, 1985 ; CIMMYT, 1988 ; Perrin et al., 1979). Toutes les variantes de l'analyse ne sont pas traitées dans ce rapport. Bien que les exemples présentés dans ce rapport se limitent aux essais agronomiques qui testent des doses différentes d'engrais, d'herbicide, et d'insecticide, et aux essais de sélection variétale, ces méthodes peuvent être aussi employées dans l'analyse des tests d'essais zootechniques (voir Crawford, 1987a), ou d'itinéraires techniques complets.

Tout effort devrait se fixer sur cet objet et utiliser les méthodes les plus efficaces pour améliorer les possibilités de développer des variétés ou des innovations technologiques performantes, acceptables, et abordables pour les producteurs. Deux critères importants dans une évaluation économique concernent la rentabilité et les risques, qui peuvent être étudiés avec l'aide d'une analyse marginale et d'une analyse de risque. Il s'agit aussi de la faisabilité des recommandations, qui dépend de la compatibilité de la technologie avec le système de production actuel du producteur y compris les ressources (la main-d'oeuvre, la terre, l'argent à investir, etc.) dont il dispose (Crawford, 1985). Il est donc nécessaire de considérer tous les aspects qui peuvent influencer la réalisation de ce but.

**Organisation du rapport**

Ce rapport présente les résultats des analyses économiques de plusieurs essais variétaux et agronomiques exécutés par des chercheurs sélectionneurs et agronomes à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) durant les cinq dernières années. L'information et les données nécessaires pour effectuer cette étude étaient tirées des

rapports mentionnés dans l'Annexe 1. Chaque rapport inclut plusieurs essais. Les résultats de chaque essai sont présentés dans le rapport mais la plupart des tableaux et des figures avec les détails de l'analyse se trouvent dans l'Annexe 3.

Ce document est divisé en trois parties. Dans la section suivante de l'introduction, je discute les difficultés rencontrées dans cet exercice et des suggestions pour améliorer ce type d'analyse et ses contributions socio-économiques à la recherche agricole. La deuxième partie esquisse toutes les étapes d'une analyse économique (l'élaboration du budget partiel ; calcul de taux marginal de rentabilité ; analyses de risque et de sensibilité, etc.). Ces étapes sont illustrées avec les données d'un essai agronomique du maïs effectué dans la région du Sine-Saloum.<sup>1</sup> La troisième partie discute les résultats de l'analyse économique des essais agronomiques et variétaux.

### **Exécution des analyses économiques et le rôle de la recherche socio-économique**

Pour faire ce type d'analyse, un chercheur<sup>2</sup> a besoin de plusieurs types de données sur le dispositif expérimental et les traitements appliqués : les apports d'intrants, le rendement, les calculs statistiques. Je ne pouvais analyser certains rapports à cause d'un manque d'information et de données sur le dispositif expérimental ; il y avait des contradictions que même des agronomes ne pouvaient arriver à comprendre. En tant que chercheur obligé de faire cette analyse économique sur la base des rapports écrits par d'autres dont je n'avais aucune connaissance antérieure, la tâche s'est avérée très difficile. Le fait que beaucoup d'analyses ont été effectuées après la réalisation des essais avec peu de participation antérieure du chercheur responsable de cet aspect crée une situation difficile où soit les données ne sont jamais collectées soit elles ne sont pas présentées soit cette personne ne connaît pas le contexte général nécessaire pour faire l'analyse.

---

<sup>1</sup> Ndiaye, Mamadou, Ibrahima Dioum et Ganda Dème. "Rapport Provisoire, Recherche de Formules d'Engrais N-P-K pour la Culture du Maïs Pluvial." Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique, Sénégal. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Janvier 1991.

<sup>2</sup> Dans ce rapport la terminologie "-spécialistes en matière de technologies agricoles"-est utilisée en référence au personnel qualifié du secteur agricole tel que les agronomes, sélectionneurs, pédologues, ingénieurs du génie rural, entomologistes, physiologistes, pathologistes, et autres spécialistes relevant des sciences biologiques. La terminologie "spécialistes en sciences sociales" est utilisée par contre en référence aux économistes, sociologues, ou anthropologues (Staatz, 1989).

Pourtant, si un essai est conçu et effectué d'une manière pluridisciplinaire dans laquelle le chercheur responsable de l'analyse économique participe dans tous les aspects de l'essai, il y a plus de possibilités que les données essentielles soient collectées sur le terrain ou à travers d'autres mécanismes (i.e., enquêtes).<sup>3</sup> Au lieu de faire une supposition en estimant la valeur d'un coût variable ou d'un produit, ou bien d'utiliser des données secondaires, il vaudrait mieux utiliser les chiffres basés sur des résultats empiriques qui permettraient une analyse plus précise.

Dans une période où les ressources sont limitées pour la recherche agricole, il est important que les essais menés sur le terrain soient conçus en tenant compte de tous les facteurs qui exercent une influence sur l'acceptabilité et la faisabilité d'une recommandation. Si un spécialiste en sciences sociales participe à la conception d'un essai, il y a plus de possibilités que le dispositif comporte ces éléments socio-économiques. Par exemple, dans quelques-uns des essais, le témoin a consisté en un traitement avec de l'engrais. Un spécialiste en sciences sociales aurait conseillé un dispositif expérimental avec traitement à intrant nul qui représente la situation de beaucoup de producteurs. Crawford (1985) a écrit que sans un traitement reflétant les pratiques actuelles du producteur, on ne pourra pas déterminer l'intérêt de l'adoption de la nouvelle option pour le producteur. C'est pourquoi il est important d'inclure le niveau courant de technologie employée par le groupe-cible des producteurs comme témoin.

Au moment de commencer les essais en milieu réel, les spécialistes en sciences sociales et en matière de technologies agricoles impliqués dans l'essai devraient se rencontrer pour discuter la conception et la réalisation des essais à l'avenir.<sup>4</sup> A ce moment là, un spécialiste en sciences sociales pourra faire un budget préalable des essais pour identifier des traitements à considérer et ceux à éviter. Une telle analyse antérieure et la connaissance socio-économique du milieu permettraient à un spécialiste en sciences sociales d'identifier les niveaux d'intrants à enlever du dispositif expérimental parce qu'ils ne seront jamais abordables pour les producteurs.

La plupart des producteurs connaissent les avantages de l'utilisation de l'engrais. S'il existe une grande contrainte de moyens disponibles à investir, qui empêchent les producteurs d'employer l'engrais, beaucoup de gens croient que c'est un gaspillage de ressources de tester des traitements avec des niveaux d'engrais qu'ils n'utiliseront pas ou ne peuvent pas utiliser. Un chercheur peut

---

<sup>3</sup> N'importe quel chercheur peut effectuer une analyse économique d'un essai ; ce n'est pas forcément le monopole des économistes.

<sup>4</sup> La participation d'un spécialiste en biométrie aiderait à assurer que le dispositif expérimental produirait des résultats fiables sur le plan statistique.

supposer que le système va changer, que le producteur aura les moyens à investir, ou que les intrants vont apparaître sur le marché. Mais s'ils n'existent pas actuellement, est-ce qu'un chercheur a la liberté dans une période de ressources limitées de faire de la recherche sur des intrants qui ne sont pas sûrs d'être disponibles, achetés ou utilisés dans le moyen terme?

Le rôle d'un spécialiste en sciences sociales à ce stade consisterait à aider à la conception des technologies en spécifiant le degré d'intensification des intrants dans le but d'éviter la recommandation d'intrants qui ne sont pas disponibles aux producteurs sur le marché. Pendant la préparation d'un budget, un spécialiste aura appris quelle information nécessaire pour effectuer les budgets partiels existe déjà et ce qui doit être collecté pendant l'essai.

Les données socio-économiques collectées par des chercheurs-sélectionneurs à l'ISRA démontrent l'importance et l'utilité de ce type d'information. Dans la réalisation des essais variétaux, ils ont appris qu'un long épi est une caractéristique importante pour les producteurs parce qu'ils sont plus facilement ficelés au moment de la récolte et la vente. La plupart des producteurs vendent leur récolte en bottes ficelées. Egalement, ces chercheurs ont appris que des producteurs préfèrent avoir des tiges assez longues pour les utiliser dans des clôtures et des toits.

La participation et l'expertise des spécialistes en sciences sociales deviennent très importants dans la spécification des priorités de recherche quand le programme se réoriente vers les tests des paquets technologiques plus sophistiqués et des systèmes de lutte intégrée (IPM). Les enquêtes socio-économiques peuvent aider à l'identification des contraintes de production telles que les embouteillages de main-d'oeuvre, les interactions entre cultures (l'effet sur d'autres cultures d'une intervention ciblée sur une culture donnée) et dans la définition des groupes-cibles des producteurs.

Tous ces arguments en faveur d'une approche pluridisciplinaire peuvent aider un spécialiste en sciences sociales (y compris l'auteur du présent document) à éviter une situation dans laquelle "il se retrouve bon gré, mal gré dans une situation de "remetteur en cause" du progrès s'il lui arrive de relever quelques insuffisances économiques qui font que, selon lui, les technologies développées ne seraient pas en tant que telles vraiment acceptables au niveau des utilisateurs concernés" (Staatz, 1989, p.33).

## **ETAPES D'UNE ANALYSE ECONOMIQUE DES ESSAIS AGRONOMIQUES**

### **Budget partiel**

Cette partie décrit les étapes principales<sup>5</sup> qui constituent une analyse économique. Dans l'élaboration d'un budget partiel, on utilise des coûts et des prix prévalant sur le marché pour évaluer des coûts variables et des revenus correspondant au niveau d'une innovation technologique donnée.<sup>6</sup> Bref, on calcule le gain net du changement "en allant des pratiques actuelles jusqu'aux pratiques nouvelles" (Crawford, 1985, p. 216).

Le tableau 1 présente un budget partiel d'un essai agronomique de maïs à Nioro. Le premier calcul concerne le rendement qui est une moyenne de toutes les répétitions de chaque traitement. Même dans un essai en milieu réel, le rendement obtenu dans l'essai sera supérieur au rendement réalisable par le producteur à cause de la petite taille des parcelles-essais, un mode de récolte plus précis (récolte au moment de la maturité physiologique), une qualité supérieure des ressources, et une gestion plus précise et en temps plus opportun du traitement. Au Tableau 1, les rendements sont réajustés (diminués) à 10 pour cent (un chiffre souvent utilisé).

On procède à l'estimation de la valeur de la production associée aux différents traitements de l'essai. Pour les produits qui sont d'habitude commercialisés, on recherche le prix de vente au niveau du producteur. En général, on utilise le prix de vente pour des ménages excédentaires en grains parce que ces types de ménages vendront probablement une partie de leur production. Pour des produits destinés à la consommation familiale, on utilise le prix au consommateur, c'est-à-dire le prix auquel le consommateur achète le produit dans un marché ajusté par le coût du transport entre le lieu d'achat et le ménage. On peut aussi calculer un prix pondéré selon les parts de la production vendue et consommée.

Pour des ménages déficitaires ou ceux qui gardent leur production pour la consommation familiale, s'ils ne cultivent pas leur propre production, ils seront obligés d'aller au marché pour s'approvisionner en grains. C'est pourquoi on emploie le prix au consommateur pour évaluer leur production. La question se pose de savoir pourquoi le ménage ne produit pas pour le marché mais uniquement pour la consommation familiale. La réponse la plus claire semble que la valeur du grain en consommation familiale est supérieure au prix au producteur. C'est pourquoi le coût d'opportunité du produit consommé dans la maison est supérieur à celui obtenu lorsque le produit est vendu. Cependant, s'il y a un projet dont le but est de produire une culture destinée à la vente, il vaut mieux utiliser un prix au producteur.

---

<sup>5</sup> Ces étapes sont résumées dans l'Annexe 4.

<sup>6</sup> Au sens strict du mot, c'est une analyse financière parce qu'elle est basée sur les prix actuels au lieu des prix économiques qui tendent à refléter la situation de rareté réelle des ressources nationales.



A part la décision entre les prix au consommateur et au producteur, on doit choisir le prix approprié à utiliser dans un budget partiel étant donné les fluctuations des prix du marché entraînées par la production et "la maigreur du marché" (petite quantité disponible et traitée dans les marchés). D'habitude, il est conseillé d'utiliser les prix perçus par les producteurs dans la région. Si la plupart des producteurs vendent après la récolte, le prix post-récolte devrait être utilisé.

Du prix au producteur, il faut soustraire tous les frais unitaires de transport, stockage, commercialisation, et de transformation y compris la récolte et le battage. Ces coûts sont proportionnels au rendement ; c'est-à-dire, plus le rendement est élevé plus les coûts sont élevés. Et parce qu'ils diffèrent d'un traitement à un autre, il faut les inclure dans l'analyse. Ils sont différents des autres coûts variables dans le sens qu'ils sont encourus au moment de la récolte, et donc ne font pas partie de l'investissement initial. Pour les autres coûts, un producteur doit attendre cinq mois pour récupérer son investissement dans les intrants achetés mais uniquement quelques jours pour récupérer des coûts liés à la récolte.

Au Tableau 2, se trouvent les calculs pour estimer le coût de transformation. Dans ce budget ainsi que tous les autres analysés dans ce rapport, on a ajusté le prix au producteur de 15 FCFA/Kg et de 2 FCFA/Kg pour les frais de transport. L'ajustement du prix au consommateur se fait par l'addition des frais de transport entre le marché ou le lieu d'achat et le ménage. Mais à défaut de cette information on a utilisé des budgets de cultures pour faire les calculs. On aurait préféré que l'estimation du temps de récolte et de battage soit basée sur des enquêtes socio-économiques récentes dans la zone d'intervention.

**Tableau 2 Calcul du coût de récolte et battage**

	Module 1			Module 2		
	Mauvaise	Moyenne	Bonne	Mauvaise	Moyenne	Bonne
<b>Rendement</b>	400	900	1100	300	700	900
<b>Main-d'oeuvre (homme-jours)</b>						
<b>Récolte</b>	4	7	8	3	5	7
<b>Battage</b>	12	22	26	10	18	22
<b>Total</b>	16	29	34	13	23	29
<b>Jour/Kg</b>	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03
<b>Coût par kg @ 500 FCFA/jr</b>	20.00	15.00	15.00	20.00	15.00	15.00

Source: Martin, 1988b.

La production au Tableau 1 est évaluée au prix au consommateur de 119 FCFA/Kg. Ce prix correspond au prix consommateur de 117 FCFA/Kg du maïs pour le Bassin Arachidier (Zone 10) ajusté de 2 FCFA/Kg pour les frais de transport. Cette liste des prix inscrite dans le format d'une feuille de travail électronique d'un tableur à l'Annexe 2 était compilée par E.W. Crawford. Elle continue à être mise à jour par des chercheurs du BAME (Bureau d'Analyses Macro-économiques). On multiplie le rendement ajusté par le prix du maïs pour obtenir la valeur de la production.

Les coûts variables comprend des coûts monétaires (intrants achetés) et des coûts d'opportunité. Tout simplement, on inclut toutes les charges qui varient d'un traitement à un autre. Bien que les coûts monétaires peuvent comprendre les semences, le fumier, les produits phytosanitaires, et la traction animale, l'essai présenté au Tableau 1 ne comprend que l'engrais. Dans certains rapports, le calcul de ces coûts était difficile parce que le chercheur n'a pas bien spécifié les quantités d'engrais employées dans chaque traitement. Les chercheurs n'ont indiqué que le dosage d'engrais en nutriments, dont la quantité en kilogrammes dépend du type exact d'engrais utilisé. Il est donc important de préciser le type et la quantité d'engrais employés dans un essai.

On utilise le prix bord-champ de l'exploitation en l'ajustant pour des frais de transport entre le point d'achat et le champ. Il vaut mieux essayer de collecter des prix pratiqués dans les marchés voisins. On a utilisé les prix de l'urée et du KCL pour la Zone 10 montrés dans l'Annexe 2. Les prix utilisés dans le rapport de Ndiaye (1991a) m'apparaissent trop élevés. Il y avait une différence de 52 % entre les prix de l'urée et du KCL en Annexe 2 et ceux dans le

rapport. J'ai donc diminué le prix de  $P_2O_5$  de 200 FCFA/Kg à 132 FCFA/Kg, une différence de 52 %.

Pour tester différentes doses d'engrais, les chercheurs sont obligés d'ajouter de l'engrais pur pour obtenir les niveaux nécessaires pour les objectifs de recherche. Un chercheur doit acheter de l'engrais pur à un prix beaucoup plus élevé que le prix moyen de n'importe quel type d'engrais composé de NPK. De plus, on trouve difficilement de l'engrais pur tel que le  $P_2O_5$  ou KCL dans les marchés du Bassin Arachidier. En général, les engrais composés de NPK sont épandus en doses différentes à des prix inférieurs à ceux de l'engrais pur. Donc, l'utilisation d'un prix payé pour un engrais pur comprenant un seul nutriment dans cette analyse aboutit à une surestimation. La plupart des producteurs ne vont jamais utiliser un engrais pur tel que  $P_2O_5$  à un tel prix élevé.

Si les quantités de nutriments utilisées dans un tel traitement sont celles recommandées, cette formule serait mise en production par une société de production d'engrais (SENCHEM) et éventuellement vendue à un prix beaucoup plus bas que le prix de l'engrais pur. Une fois qu'une formule d'engrais est mise en production, le prix de l'engrais diminuera.

Perrin et al. définissent le coût d'opportunité comme "la valeur monétaire du facteur concerné s'il était utilisé de la façon la plus rentable" (1979, p.9). Dans le cas de la main-d'oeuvre, l'approche classique consiste à évaluer son coût d'opportunité comme "le salaire qui serait perçu pour un travail à l'extérieur de l'exploitation, ou la valeur estimée du temps consacré à une activité sur l'exploitation, ou la valeur affectée au loisir" (Perrin et al., 1979, p.8). A défaut d'approches alternatives, ces analyses emploient une valeur de 500 FCFA/jour estimée sur la base des enquêtes conduites en Casamance en 1982-84 et employées par des chercheurs précédents.

Le temps de travaux nécessaire pour faire des tâches agricoles (semis, épandage, etc.) est un sujet qui doit être mieux étudié. Des chercheurs m'ont dit que la quantité de temps nécessaire (en homme-jours) pour l'épandage d'engrais dépend du type d'engrais et la façon dont il est appliqué. Si l'engrais est appliqué par poquet, le temps nécessaire pour finir la tâche excède celui nécessaire pour l'engrais dispersé à la volée. Des agronomes ont estimé qu'une personne ne peut épandre que 50 kilogrammes par jour si c'est fait par poquet comme on fait d'habitude pour l'urée. L'épandage est effectué rapidement si c'est fait à la volée qui est la façon normale pour le NPK.

Pour le moment, il n'existe pas de précisions et les estimations sont basées sur un taux de 50 Kg/jour quel que soit le type d'engrais. Même si ce chiffre est une surestimation, il n'y aura pas d'effet considérable sur les résultats étant donné son petit part des coûts variables. Cependant, les données collectées pour une parcelle ne sont pas peut-être précises à cause de la petite taille du champ utilisé dans un essai par rapport à ceux cultivés par les producteurs. Les

chercheurs seront obligés de collecter des données alternatives à base des enquêtes socio-économiques<sup>7</sup>.

Le dernier élément dans la création d'un budget partiel consiste à calculer le bénéfice net qui est simplement la valeur de production moins les coûts variables totaux (coûts monétaires plus coûts d'opportunité). Une autre approche consiste essentiellement à calculer la rémunération nette de la main-d'oeuvre familiale (ou bénéfice net par journée de travail), pour éviter des difficultés entraînées par l'estimation du coût d'opportunité de la main-d'oeuvre. (Voir Sidibé (1991) pour un exemple de cette technique).

### **Analyse de rentabilité**

Sur la base de ces données présentées dans le budget partiel, on procède à l'analyse de rentabilité. Dans une analyse de rentabilité, on étudie l'accroissement des coûts et du revenu obtenu en passant d'un traitement à un autre. L'identification des traitements supérieurs constitue la première partie d'une analyse marginale. Le but de cette tâche est d'éliminer les traitements inférieurs de l'analyse marginale subséquente. Comme présenté au Tableau 3, un traitement est dominé, ou inférieur, quand il existe au moins un autre traitement offrant un bénéfice net supérieur pour des charges inférieures ou égales. Un traitement est donc non-dominé, ou supérieur, quand il n'existe pas d'autres options offrant un bénéfice net supérieur pour des charges inférieures ou égales.

On calcule le taux marginal de rentabilité (TMR) pour tous les traitements qui est le rapport (en pourcentage) du bénéfice net additionnel aux coûts additionnels entraînés par l'adoption d'un niveau croissant de l'intrant. Le terme "marginal" réfère à la différence entre la valeur d'un traitement donné et celle du traitement de plus bas rang. On compare les TMRs avec le taux-cible pour identifier les traitements satisfaisants. On choisit le traitement qui satisfait le taux-cible avec le bénéfice net le plus élevé. On continue à changer à un autre niveau d'intrants à condition que le TMR soit au-dessus du taux-cible. Autrement dit, le TMR indique où les dépenses cessent de donner une augmentation de revenu satisfaisante, exprimée en pourcentage des fonds investis.

---

<sup>7</sup> Voir Boughton et al., (1990) pour une discussion des méthodes de collecte des données nécessaires aux analyses économiques.

**Tableau 3**  
**Identification des Traitements Supérieurs**  
**Recherche de formule d'engrais N-P-K pour la**  
**culture du maïs pluvial, 1990**

TRAITEMENT # / kg N-P-K	COUTS VAR. TOTAUX FCFA	BENEFICE NET FCFA	SUPERIEUR?
16 0-0-0	0.00	63081.90	OUI
1 50-30-40	13220.00	71067.70	OUI
9 0-70-110	21380.00	55089.40	NON
13 150-70-0	24340.00	76762.40	OUI
3 50-110-40	24580.00	85197.50	OUI
11 150-0-110	25840.00	25353.80	NON
5 50-30-180	27780.00	69788.10	NON
2 250-30-40	32420.00	94921.90	OUI
15 150-70-110	35780.00	103235.80	OUI
7 50-110-180	39140.00	124187.50	OUI
4 250-110-40	43780.00	64176.80	NON
12 150-140-110	45720.00	47349.90	NON
14 150-70-220	47220.00	94687.50	NON
6 250-30-180	49680.00	64595.70	NON
10 300-70-110	50180.00	75127.00	NON
8 250-110-180	58340.00	49081.30	NON

Le chercheur doit choisir un taux-cible de rentabilité, qui est le minimum nécessaire à réaliser pour l'adoption d'une technologie par les producteurs. A un TMR de 100 pour cent, si l'on investit 1000 FCFA, on reçoit un gain de 2000 FCFA. En principe, le paysan, en évaluant une nouvelle option d'investissement (ou d'achat d'intrants) souhaite recevoir une rémunération égale ou supérieure au gain qu'il réaliserait en mettant son capital dans d'autres investissements. Par exemple, on peut tenir compte des taux d'intérêts payés sur l'argent emprunté pour l'achat des vivres en période de soudure, qui correspond souvent au moment où s'expriment les besoins des paysans en intrants agricoles. D'autres chercheurs préconisent l'utilisation du taux réel d'intérêt du prêt plus une prime de risque.

**Tableau 4**  
**Analyse Marginale**  
**Essai Fertilisation du Maïs Pluvial, Nioro, 1990**

ANALYSE MARGINALE DES OPTIONS NON-DOMINEES.						
TAUX CIBLE DE RENTABILITE: 100						
RANG	TRAITEMENT	BENEFICE NET	COUTS VARIABLES TOTAUX	BENEFICE NET MARGINAL	COUTS VARIABLES MARGINAUX	TAUX MARGINAL DE RENTABILITE %
	# / Kg N-P-K	NET FCFA	FCFA	FCFA	FCFA	%
1	7 50-110-180	124187.50	39140.00	20951.70	3360.00	623.6*
2	15 150-70-110	103235.80	35780.00	8313.90	3360.00	247.4*
3	2 250-30-40	94921.90	32420.00	9724.40	7840.00	124.0*
4	3 50-110-40	85197.50	24580.00	8435.10	240.00	3514.6*
5	13 150-70-0	76762.40	24340.00	5694.70	11120.00	51.2
6	1 50-30-40	71067.70	13220.00	7985.80	13220.00	60.4
7	16 0-0-0	63081.90	0.00	0.00	0.00	0.0

} 112%  
} 90%

\* Ces traitements sont égaux ou supérieurs au taux-cible .

Le Tableau 4 présente les résultats de l'analyse marginale de notre exemple de l'essai agronomique du maïs. Le taux marginal de rentabilité (TMR) pour la première augmentation des dépenses dans ce tableau est calculé comme suit :

$$\begin{aligned}
 & \text{Bénéfice net marginal/coût marginal} \\
 & = (71067.70 - 63081.90) / (13220.00 - 0) \\
 & = 7985.80 / 13220.00 \\
 & = 60.4\%
 \end{aligned}$$

Les calculs additionnels à droite au Tableau 4 représentent le TMR du traitement 3 (50-110-40) par rapport au témoin (traitement 16, 0-0-0) égal à 90 pour cent, et le TMR du traitement 2 (150-70-110) par rapport au témoin égal à 112 pour cent. Le TMR de 3514.6 pour cent ne représente que la rémunération reçue en allant du traitement 13 au traitement 3. Si un producteur n'utilise actuellement pas d'engrais, qui correspond au témoin (traitement 16), et puis il décide à investir une somme de 24,580 FCFA en appliquant le traitement 3, il recevra un TMR de 90 pour cent.

Donc il faut regarder très attentivement les résultats de l'analyse et les interpréter avec soin. On a fait le calcul de TMR du traitement 2 (150-70-110) par rapport au témoin parce que c'est cet apport d'engrais que recommande Ndiaye sur la base de son analyse.

agronomique. Il est évident que ce TMR est supérieur au taux-cible et le traitement a un bénéfice net élevé.<sup>8</sup>

Ces derniers calculs discutés sortent de l'analyse marginale et utilisent un taux **moyen** de rentabilité. En général, on ne les utilise que dans les cas où le TMR entre deux traitements tombe au-dessous du taux-cible acceptable, mais le TMR suivant est au-dessus de ce minimum. On élimine les traitements inacceptables et refait le calcul du TMR entre les traitements supérieurs. Ils sont représentés par les pointillés dans la Figure 1.

### **La courbe des bénéfices nets**

Des figures graphiques qui présentent l'évolution des bénéfices nets en fonction des coûts variables associés aux différents traitements aident le chercheur dans la compréhension et l'interprétation des résultats. Sur la Figure 1, j'ai représenté les traitements supérieurs du même essai agronomique du maïs à Nioro. Cette courbe, ainsi que plusieurs autres présentées dans ce rapport, croît lentement d'abord, puis plus rapidement aux niveaux supérieurs d'engrais. Ce phénomène m'apparaît contraire à ce dont on s'attendait ; d'habitude on voit une importante réponse initiale à l'engrais suivie par une diminution rapide des accroissements de rendements (bénéfices nets) au fur et à mesure que les coûts variables et donc l'emploi d'engrais augmentent. Le fait que les résultats présentés en Figure 1 ne montrent pas ce modèle classique devrait amener à regarder les résultats de plus près, et peut-être à revoir la conception du dispositif expérimental et les combinaisons d'engrais testées.<sup>9</sup>

Cet exemple illustre cependant l'utilité des analyses économiques intermédiaires pour découvrir quelques aspects des résultats en qui méritent d'être étudiées dans le prochain essai. Le chercheur travaillant uniquement dans la perspective de son discipline risque de ne pas apprécier toutes les dimensions importantes du problème.

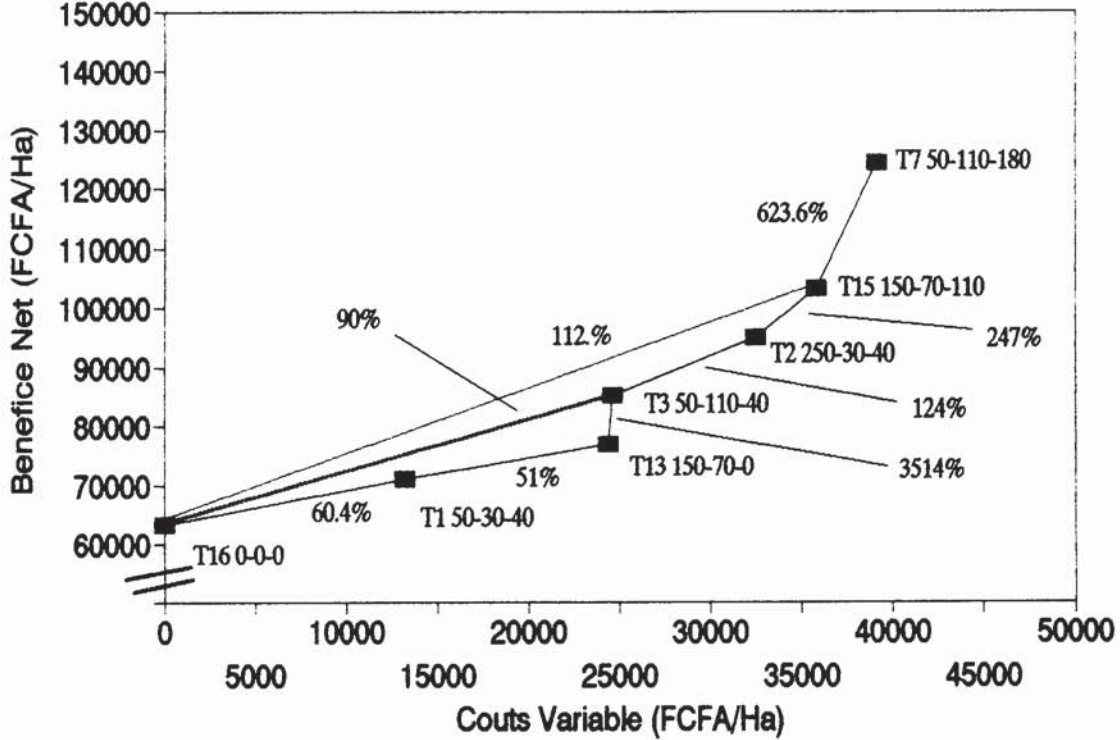
---

<sup>8</sup>Le problème qui se pose avec ce traitement du point de vue économique et qui sera discuté en plus de détail plus tard concerne de la disponibilité des 35,780 FCFA requis pour l'investissement. Il y a aussi des questions qui se posent sur la variabilité et la sensibilité du TMR.

<sup>9</sup> Figure A1 dans l'Annexe 3 montre une courbe de réponse qui suit ce modèle classique. Figure A2 dans cette Annexe est un exemple du type de présentation graphique utile qui illustre l'influence des éléments fertilisants sur le rendement-grain. Les données présentées sont de l'essai agronomique sur le maïs mené par Mamadou Ndiaye. Voir CIMMYT (1988) pour d'autres exemples de ces courbes de réponse.

FIGURE 1 Recherche de formule d'engrais N-P-K pour la culture du maïs pluvial, Mamadou Ndiaye

### COURBE DES OPTIONS DOMINANTES Recherche de formules de N-P-K (Maïs)





A part cette observation, comme on a déjà discuté, le traitement T15 qui est recommandé par Ndiaye a un bénéfice net supérieur et un TMR acceptable. Mais on se demande si l'on peut obtenir un rendement assez élevé avec une combinaison différente d'engrais ou aux apports plus bas. Est-ce qu'on peut réduire les coûts sans réduire sensiblement les bénéfices nets ? Quand les résultats sont présentés sous forme de courbe, il est très clair qu'on devrait continuer en testant des combinaisons de différentes doses dont les points représentatifs pourraient se situer au dessus du segment en pointillé reliant les traitements T15 et T16 (le témoin).

### **Analyse de sensibilité**

Dans une analyse de sensibilité, un chercheur examine l'impact sur le bénéfice net et le TMR d'un changement dans le prix ou un élément de coûts variables. Crawford (1985) le décrit comme un jeu de données empiriques, de prix estimés, et de paramètres supposés. On regarde aussi si le classement des différents traitements s'en trouve affecté. Une analyse de sensibilité devient très importante quand il n'est pas toujours possible d'estimer avec précision les coûts et les prix, ou bien il existe beaucoup de fluctuations temporels dans ces prix.

Le tableau 5 présente les résultats d'une analyse de sensibilité sur le même essai agronomique sur le maïs de Ndiaye. Ce tableau résume les données présentées dans les Tableaux A1 à A5 et les Figures A3 à A6 dans l'Annexe 3. Le premier cas présente les résultats initiaux quand nous utilisons le prix au consommateur de 119 FCFA/kg. Le cas No. 2 suppose que l'producteur va vendre son produit, et donc utilise le prix au producteur ajusté de 55 FCFA/kg. Une fois que le chercheur décide quel prix de produit (producteur ou consommateur) convient mieux à la situation du producteur, il serait intéressant d'examiner l'impact des modifications dans le prix d'engrais.

Le Cas No. 3 est basé sur la supposition que le prix de l'engrais composé se situe dans les environs de 85 FCFA/Kg quel que soit la formule de NPK recommandée, au lieu des prix supérieurs des engrais purs qui étaient employés dans les deux premiers cas. Même cette approche aboutit probablement à une surestimation des coûts d'intrants; quel que soit la formule et le pourcentage des nutriments constituant la formule, la quantité d'engrais qui en résulte sera inférieure à celle utilisée dans ce rapport.

Les différences que l'on voit dans le bénéfice net et le TMR illustrent l'importance de choisir avec soin le prix pour évaluer la production. Comparer par exemple les courbes en Figure A3 (même que Figure 1) et Figure A4 qui montrent clairement l'impact de l'utilisation d'un prix différent (consommateur ou producteur, respectivement).

On peut calculer aussi un type de seuil de rentabilité pour déterminer le prix ou le coût au-dessus duquel le traitement devient inacceptable (ayant un TMR inférieur au taux-cible).

**Tableau 5**  
**Analyse de Sensibilité**  
**Analyse économique d'un essai agronomique sur le maïs**  
**réalisé à Paoskoto**

Traitements Supérieurs (Kg N,P,K)	Valeur de la production brute FCFA	Coûts variables totaux FCFA	Bénéfice Net FCFA	Taux marginal de Rentabilité %
<b>CAS NO. 1: Prix du Maïs = 119 FCFA/Kg</b>				
T7 50-110-180	163327.50	39140.00	124187.50	623.6
T15 150-70-110	139015.80	35780.00	103235.80	247.4
T2 250-30-40	127341.90	32420.00	94921.90	124.0
T3 50-110-40	109777.50	24580.00	85197.50	3514.6
T13 150-70-0	101102.40	24340.00	76762.40	51.2
T1 50-30-40	84287.70	13220.00	71067.70	60.4
T16 0-0-0	63081.90	0.00	63081.90	0.0
<b>CAS NO. 2: Prix du Maïs = 55 FCFA/Kg</b>				
T7 50-110-180	63327.50	39140.00	124187.50	18.4
T16 0-0-0	63081.90	0.00	63081.90	0.0
<b>CAS NO. 3: Prix du Maïs = 55 FCFA/Kg; Prix d'engrais = 85 FCFA/Kg</b>				
T7 50-110-180	137250.00	32300.00	104950.00	57.3
T3 50-110-40	92250.00	3700.00	88550.00	960.5
T16 0-0-0	53010.00	0.00	53010.00	0.0

Ces résultats indiquent qu'à un prix au producteur de 55 FCFA/kg, il ne reste aucun traitement rémunérateur sauf si le prix d'engrais est réduit.

## Analyse de risque

Faute de données, cette étude ne présente pas une analyse de risque. En général, une telle analyse examine la variabilité du rendement et du bénéfice net à travers le temps et l'espace. Voir les rapports de Crawford (1985) et de CIMMYT (1988) pour plus de précisions. Mais brièvement, les calculs constituant une analyse de risque sont les suivants :

- l'écart-type du bénéfice net pour chaque traitement, calculé sur toutes les répétitions;
- l'indice de variabilité qui est égal au écart-type du rendement divisé par la moyenne exprimée en pourcentage;
- l'identification du bénéfice net minimum, qui reflète la performance du traitement dans de mauvaises conditions;
- la moyenne du quartile le plus bas des bénéfices nets pour chaque traitement. Ce calcul tient compte de l'existence des situations défavorables. On voit comment ces valeurs moyennes des 25 pour cent des bénéfices nets les plus faibles se comparent l'une à l'autre.

Avec des données expérimentales sur une série d'années, on pourrait calculer la probabilité de rencontrer différentes valeurs du bénéfice net ainsi que la distribution de probabilités de rendement. Au fur et à mesure que l'ISRA continue à faire des essais, les chercheurs auront les données nécessaires pour faire ces types d'analyse plus complexes.<sup>10</sup>

## Choix du traitement préféré

Le bénéfice net et le taux marginal de rentabilité sont utilisés dans l'évaluation de la rentabilité de tous les traitements afin de contribuer au choix d'un traitement préféré. On ne choisit pas forcément le traitement avec le bénéfice net le plus élevé parmi ceux avec un TMR égal ou supérieur au taux-cible. Bien qu'il ne soit pas effectué dans cette analyse, il faut faire des analyses de risque en regardant la variabilité de chaque traitement à travers le temps et l'espace, surtout en examinant les résultats pendant les années de faible pluviométrie. De même, on étudie l'effet des changements de prix et de coûts différents sur la performance des traitements. L'inexistence, le mauvais fonctionnement, et l'instabilité des prix de produits et d'intrants démontrent que la question du risque comprend une dimension économique ainsi qu'un aspect agronomique.

Il est donc clair qu'un chercheur ne fait pas de choix final avant de faire plusieurs années d'essais et d'analyses. C'est pourquoi, dans ce rapport, on ne trouve pas de recommandations définitives pour ces essais basées sur des analyses économiques. Tout

---

<sup>10</sup> Voir Boughton et al. (1990) pour une discussion des méthodes différentes de l'analyse du risque.

comme un agronome ne fait pas une recommandation d'un traitement ou d'une variété après un essai, un économiste ne fait pas une recommandation après avoir analysé les résultats d'une année.

A part l'analyse de rentabilité, le spécialiste en sciences sociales impliqué dans un essai doit aussi examiner le traitement dans le contexte socio-économique du producteur. Quelle est l'importance de l'investissement en termes monétaires par rapport à la situation économique des producteurs. Est-ce que les producteurs ont de l'argent suffisant pour investir dans la nouvelle technologie recommandée ? Si non, est-ce qu'il existe un marché de capitaux avec des taux d'intérêt abordables pour les producteurs ? Est-ce que les intrants recommandés sont disponibles sur les marchés ? De plus, quel serait l'impact de l'introduction des traitements recommandés sur les autres cultures produites par le producteur ? L'interaction des cultures de rente et des cultures céréalières s'est avérée très importante sur le plan de la productivité et la disponibilité des ressources gérés par le producteur.

Etant donné les structures des marchés et de prix dans le pays, est-ce que les coûts de production, en utilisant les nouvelles technologies, à savoir les traitements recommandés, dépassent la valeur du rendement ? Il y a une relation directe entre le système de marché, son fonctionnement et ses prix de produits, et la possibilité de rentabiliser un investissement. Parallèlement, cette relation existe en termes d'intégration de la recherche sur les systèmes de commercialisation et les systèmes de production. Il existe des implications au niveau macro-économique quand on fait l'analyse avec des prix économiques (au lieu des prix actuels du marché) pour observer l'effet des changements dans la politique économique.

Toutes ces questions visent à cerner de plus près pourquoi "les nouvelles technologies proposées par la recherche agricole ne sont pas abordables pour les producteurs du monde rural (Staatz, 1989)." En général, quelles sont les contraintes qui influencent la stabilité du marché et la valeur des produits et donc l'adoption des technologies en voie de développement. (Pour une réflexion plus détaillée sur cette question, voir (Staatz, 1989).

Il existe aussi des questions qui touchent à la productivité à long terme du sol. C'est clair que les chercheurs ont des approches différentes sur ces questions. Dans le long terme, la quantité d'engrais nécessaire pour maintenir la fertilité du sol n'est pas forcément le niveau le plus rentable. Les chercheurs doivent discuter cette relation entre l'apport d'engrais qui maximise les profits et celui qui maintient la fertilité à long terme du sol; la réponse aura des implications pour les recommandations actuelles.

Ce genre de question peut être directement traité dans un programme de recherche en sciences sociales. Il devrait être inclus dans des enquêtes pour obtenir des informations plus précises qui peuvent être utilisées dans l'établissement des priorités de

recherche, la conception des dispositifs, et le choix final des traitements.

## RESULTATS DES ESSAIS

### Résumé des résultats des autres essais agronomiques

Cette partie présente les résultats de deux autres essais agronomiques (ISRA, 1987a; Thiam et Sène, 1988a). Spécifiquement, les essais discutés dans cette section concernent la fertilisation minérale. Etant donné le stade intermédiaire de recherche sur les apports d'engrais, cette partie ne présente pas de recommandations définitives. Pour chaque essai, l'analyse était faite en utilisant deux prix : prix au producteur et prix au consommateur. Il apparaît en regardant ces exemples que les résultats diffèrent énormément en fonction du prix utilisé. L'expérimentation agronomique est un processus à répétitions multiples dont une année de résultats ne représente qu'une contribution. Contrairement à cet exercice dans lequel l'analyse économique suit la réalisation de l'essai par quelques années, il vaut mieux faire les analyses de façon opportune pour bénéficier des contributions qu'elle apporte aux modifications des essais à l'avenir.

Dans le premier rapport (ISRA, 1987a) intitulé, "Fertilisation Minérale du Mil Souma Incidence de l'Engrais Binaire ...", je n'ai analysé que les résultats de 1987, étant donné que les résultats de l'année 1986 étaient aussi présentés dans le rapport de Thiam et Sène (résultats présentés aux Tableaux A6-A8 et aux Figures A7 - A9). A un prix de 44 FCFA/kg (prix au producteur de 61 FCFA/Kg moins 15 FCFA pour les coûts de transformation et 2 FCFA/KG pour le transport), aucun traitement n'est rentable en termes de TMR. Au prix au consommateur de 101 FCFA/kg (99 FCFA + 2 FCFA pour le transport), il était rentable d'utiliser un apport de 150 Kg de 0-15-20 ainsi qu'un apport de 100 Kg d'urée. Cet essai comprenait un témoin avec un apport de 50 kg d'engrais potassique qui pourrait créer des difficultés dans l'interprétation parce qu'il n'existe pas un traitement représentant la situation actuelle du producteur. Aux prix de 70 FCFA/kg pour l'engrais et le mil (les prix utilisés dans le rapport pour l'analyse économique), les deux traitements avaient des TMR supérieurs au taux-cible.

Dans le rapport de Thiam et Sène (1988a), aucun traitement n'est rentable en sol sableux ou en sol argilo-sableux au prix au producteur ajusté de 44 FCFA/Kg (résultats présentés aux Tableaux A9-A12 et aux Figures A10 - A12). Quand ils sont évalués au prix au consommateur de 101 FCFA/Kg, en sol sableux de terrasse, on a vu un effet des apports successifs d'urée. En regardant la courbe, on dirait que les prochains essais doivent étudier un apport de 30 unités d'urée (75 kg/ha). En sol argilo-sableux de plateau, on a remarqué une augmentation dans le rendement avec des apports d'urée. Pour les deux, il n'y avait pas de réponse à la dose additionnelle de 50 Kg de P (ajoutée au 150 kg de 0-15-20).

## Résultats des Essais Variétaux

L'utilité d'une analyse économique des essais variétaux est limitée quand il n'y a pas de différences dans les coûts variables entre les traitements (le niveau d'intrants utilisé ne varie pas). Là il suffit de comparer les variétés en termes de revenu brut ou de valeur de la production. Dans un essai variétal, il est important de souligner que le but principal est l'évaluation d'autres aspects de la performance des différentes variétés tels que la qualité de la graine, les caractéristiques organoleptiques, la taille de l'épi. Et cela ne relève pas évidemment de l'analyse économique. Si le niveau d'intrants n'est pas constant pour toutes les variétés, l'analyse marginale sera appropriée. En général, le niveau d'intrants est plutôt une question à étudier dans un essai agronomique.

Dans certains essais variétaux, les chercheurs ont testé des variétés différentes dans deux situations : avec et sans un apport d'engrais. Dans ce cas, on peut faire un type d'analyse économique abrégé. D'habitude, il n'y a pas de calculs de TMR parce qu'il n'y a que deux coûts différents (avec et sans engrais) et le meilleur "traitement" dans chaque groupe est tout simplement la variété ayant le meilleur rendement. Dans d'autres cas, les rendements avec un apport d'engrais ne sont pas aussi élevés pour couvrir le coût de fertilisation. (Voir les résultats du document, "Rapport Essais Variétaux Mils - Mai 1987" (ISRA, 1987b) présentés dans les Tableaux A13A et A13B et la Figure A13 pour un tel exemple.) Malheureusement, les dispositifs expérimentaux n'étaient pas clairs et on ne pouvait pas faire d'autres analyses avec les données du rapport.

Dans Thiam et Sène ("L'Etude de Comportement en Milieu Réel de Quelques Variétés Améliorées de Mil, Maïs et Sorgho dans le Sud du Sine-Saloum Nioro du Rip,") les chercheurs ont aussi testé des variétés de mil avec (50 Kg de 8-18-27 et 25 Kg d'urée) et sans un apport d'engrais. Ces résultats se trouvent dans les Tableaux A14 à A23 dans l'Annexe 3. Sur sol argileux de glacis, la variété IBV8001 sans apport d'engrais était la plus performante quelque soit le prix. Sur sol sableux, la variété H766 a montré une réponse positive d'engrais avec un TMR de 265 pour cent évalué à 101 FCFA/kg. Dans l'essai référentiel, la variété locale avec un apport d'engrais avait le bénéfice net le plus élevé (évalué au prix au producteur de 44 FCFA/Kg) et un TMR de 247,8 pour cent par rapport à la variété H766 sans apport d'engrais. La rentabilité était meilleure au prix de 101 FCFA/kg.

SSV3 était la variété de sorgho la plus performante. En milieu réel comme dans l'essai référentiel, cette variété a répondu à un apport de 50 Kg de 8-18-27 et 25 kg d'urée en milieu réel et 50 kg de 0-15-15 dans l'essai référentiel.

La section suivante présente les résultats d'une analyse économique plus simple d'un essai variétal où les chercheurs n'ont pas

étudié la réponse à l'engrais (les autres essais pareils sont présentés dans l'Annexe 3). Il n'y a pas d'utilité à faire un budget partiel ou une analyse marginale quand il n'existe pas de variabilité en termes de coûts entre les traitements (différentes variétés). Tous les traitements reçoivent le même type et la même quantité d'intrants. Une analyse économique se limite donc à examiner à quel rendement, étant donné les prix en cours et les coûts de production, la variété couvre les frais engagés. C'est-à-dire, est-ce que les coûts engagés dans l'essai (i.e., engrais, produits phytosanitaires, main-d'oeuvre) sont inférieurs ou égaux à la valeur du rendement obtenu par la variété ? Quel est le rendement minimum pour rentabiliser l'investissement ?

Tableau 6 indique des coûts monétaires (e.g., l'apport de fertilisants, protection phytosanitaire) et les coûts d'opportunité (main-d'oeuvre). Si on incorpore le coût de gardiennage contre les oiseaux qui a été mis en place dès le début du remplissage des grains jusqu'à la récolte (semis le 3 août et récolte le 15 novembre), disons 60 jours à 500 FCFA/jour, cela fait 30 000 FCFA. Cette analyse n'a compris ni les coûts d'irrigation ni une estimation de la valeur de paille.

Dans cet exemple, un producteur aurait récolté au moins 1554 Kg/Ha pour payer les intrants. C'est évident que les rendements moyens des variétés de sorgho testées et présentées dans le Tableau 7 dépassent le rendement nécessaire pour couvrir les coûts variables.

Si un producteur cultive le sorgho sans intrants et décide de produire de nouvelles variétés avec les intrants cités au-dessus, à un prix de 57 FCFA/kg, pour obtenir un taux marginal de rentabilité égal à 100 pour cent il faudrait récolter deux fois le seuil de rentabilité au dessus ; à savoir, un rendement près de 3200 kg/ha.

Ce type d'analyse peut donner au chercheur au moins une idée des rendements des nouvelles variétés par rapport aux coûts variables. Ce type d'analyse suppose que les rendements obtenus sont en partie une fonction des intrants utilisés et la gestion employée. Si un producteur veut obtenir un tel rendement, il doit employer les mêmes intrants.

**Tableau 6**  
**Amélioration Variétale du Sorgho**  
**Région du Fleuve Sénégal**

	Prix unitaire (FCFA/Kg)	Total (FCFA)
<b>COUTS VARIABLES MONETAIRES</b>		
150 Kg/ha 6-20-10	82.2	12 300,00
160 Kg/ha Urée	85.6	13 600,00
Furadan 3 G (carbofuran)		17,842.50
Décis (deltamethrine)		9,381.00
Thymul 35 (endosulfan)		13,142.00
<b>COUTS VARIABLES D'OPPORTUNITE</b>		
Main-d'oeuvre en à 500 FCFA/jour	<u>homme-jours</u>	
Epannage d'engrais	6.2	3 000,00
Application des produits phytosanitaires	5	2 500,00
Gardiennage <sup>a</sup>	30	15 000,00
<b>COUTS VARIABLES TOTAUX</b>		<b>46 440,37</b>
<b>SEUIL DE RENTABILITE</b>		
Rendement requis au prix producteur de 73 FCFA/kg (ajusté 10% pour pertes)		
- coût de récolte (15) <sup>a</sup>		
- coût de transport (2) = 56 (Coûts variables totaux/56)		829,29

<sup>a</sup>Source: Trouche, Samb, and Cissoko, (1991). Basé sur des données présentées dans Martin, (1988c).



**Tableau 7**  
**Rendements de quelques variétés de sorgho**

	<b>Rendement moyen (KG/ha)</b>	<b>Ecart- type</b>
Essai S9013	2470	640
Essai S9014	2340	480
Essai S9015	2660	350
Essai S9016	2870	470
Essai S9017	2845	755
Essai S9018	3400	750
Essai S9019	2920	375

**La recherche socio-économique et des essais variétaux**

Cette section discute quelques questions liées aux essais variétaux et le rôle de la recherche socio-économique. Elle ne représente pas un sujet uniforme mais résume quelques questions et éléments à étudier. L'intérêt de la recherche en station est d'étudier et d'isoler la performance de différentes variétés selon plusieurs critères. D'abord, quelles sont les conditions agronomiques dans lesquelles un chercheur devrait effectuer ses essais ? L'utilisation d'engrais, des produits phytosanitaires, et le gardiennage contre les oiseaux aident à créer une situation plus contrôlée et à réduire l'effet d'autres facteurs non-expérimentaux. Pourtant, est-ce que les exploitants pour qui la variété est développée vont cultiver la variété de la même façon et avec le même paquet technologique que celui utilisé dans l'essai? Du point de vu socio-économique, c'est une question très importante parce qu'elle touche la question de la performance et la faisabilité de la recommandation en milieu réel. Peut-être, la même variété sera choisie (aura les meilleures caractéristiques) quelles que soient les conditions et les apports d'intrants utilisés. Mais c'est une question à discuter entre les chercheurs à l'ISRA.

Il semble que la recherche socio-économique pourrait se révéler utile dans l'identification des facteurs importants avec lesquels les chercheurs peuvent évaluer des variétés. Comme on a discuté plus haut, les épis de grande taille sont préférés par les producteurs parce qu'ils peuvent être plus facilement ficelés. Ils préfèrent aussi les tiges de grande taille pour la construction des clôtures et des toits. Dans quelle mesure ces caractéristiques doivent être évalués et inclus dans l'analyse?

Si, par exemple, des chercheurs déterminent une valeur pour les tiges de céréales, pareille à la fane d'arachide, les chercheurs qui font les analyses marginales peuvent l'incorporer dans leur travail. Si les producteurs enfouissent la paille comme matière organique dans leurs champs, il serait nécessaire d'évaluer son rendement parce qu'il élimine la nécessité d'acheter du fumier au marché. Si un marché n'existe pas, combien est-ce qu'ils auraient payé pour acheter du fumier? Et en même temps, les chercheurs-sélectionneurs peuvent être conscients de l'importance d'une variété qui comprend les caractéristiques demandées en plus d'autres critères tels que la durée du cycle, la taille de la plante et sa résistance, etc.

Au fur et à mesure que les essais et les analyses économiques avancent, des chercheurs sélectionneurs ont souligné l'importance de faire des études comparatives de la rentabilité relative des différentes cultures. Cela comprend des analyses au niveau de l'exploitation.

Est-ce qu'il y aura des différences dans les prix des semences d'après la variété? Pour les chercheurs sélectionneurs, les coûts de multiplication des semences sont égaux parmi des variétés. Mais il serait intéressant d'étudier si une variété qui ne produit pas beaucoup de semences par plante par rapport aux autres variétés aura un coût de production plus élevé une fois que sa multiplication commerciale aura commencé. La détermination d'un prix serait complexe mais si on pouvait le faire il faudrait attribuer une valeur aux semences et on peut faire une analyse économique des variétés.

## CONCLUSION

Ce rapport a présenté des résultats des essais agronomiques et variétaux effectués par des chercheurs-sélectionneurs et agronomes à l'ISRA entre 1986 et 1990. Etant donné le stade intermédiaire de beaucoup de recherches agronomiques à l'ISRA, ce rapport n'a pas fait beaucoup de recommandations définitives. Un accent particulier était mis sur les étapes principales de la méthode et les actions futures que les chercheurs peuvent entreprendre pour faciliter ce type d'analyse mais aussi pour mieux valoriser la contribution socio-économique.

Bien que la plupart des analyses économiques aient été historiquement effectuées dès la conclusion du traitement statistique des résultats expérimentaux (y compris cette étude), j'ai essayé de suggérer une meilleure intégration de l'aspect économique avec les éléments biologiques d'un essai. Une meilleure collaboration au début de la recherche peut faciliter la réalisation d'une analyse économique beaucoup plus précise et complète (incorporant toutes les données nécessaires et une meilleure compréhension de l'essai). Je crois que ce travail en équipe peut aussi augmenter la chance que la recherche agricole aboutira à produire des variétés ou des innovations techniques qui sont performantes, rentables, acceptables et donc adoptées par les producteurs.

Comme exprimé par plusieurs personnes pendant mes discussions, la solution aux appels à l'intégration de la recherche agronomique et économique est du ressort des chercheurs et leur reconnaissance de la valeur et la nécessité d'une approche pluridisciplinaire pour atteindre l'objectif de leur travail à savoir la formulation, le transfert, et l'adoption des nouvelles technologies.

## REFERENCES

- Boughton, Duncan, Crawford, E., Krause, M., et Bruno Henry de Frahan. "Economic Analysis of On-Farm Trials: A Review of Approaches and Implications for Research Program Design." East Lansing: Michigan State University, Agricultural Economics Staff Paper No. 90-78, 1990.
- Crawford, E.W. "L'Analyse Economique des Essais Agronomiques." Pages 214-32 dans Actes de l'Atelier-La Recherche Agronomique pour le Milieu Paysan, Nianing, 5-11 Mai 1985. Département de Recherches sur les Systéme de Production, et Département de Recherches sur les Productions Végétales, ISRA, Dakar, Sénégal.
- Crawford, Eric. "L'Analyse Economique des Essais Zootechniques." MSU International Development Paper Reprint No. 7F. East Lansing: Michigan State University, Department of Agricultural Economics/Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, 1987a.
- Crawford, Eric, et Mulumba Kamuanga. "L'Analyse Economique des Essais Agronomiques Pour la Formulation des Recommandations aux Paysans." MSU International Development Paper Reprint No. 6F. East Lansing: Michigan State University, Department of Agricultural Economics/Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, 1987b.
- Centre Internationale d'Amélioration du Maïs et du Blé (CIMMYT). "From Agronomic Data to Farmer Recommendation: An Economics Training Manual." Completely revised edition. Mexico, D.F.: November 1988.
- Freed, R., Eisensmith, S.P., Goetz, S., Reicosky, D., Smail, V.W., and P. Wolberg. User's Guide to MSTAT: A Software Program for the Design, Management, and Analysis of Agronomic Research Experiments. East Lansing: Michigan State University, Departement of Crop and Soil Sciences and Department of Agricultural Economics, 1987.
- Martin, Frédéric. "Budgets de Culture au Sénégal." MSU International Development Paper Reprint No. 28F. East Lansing: Michigan State University, Department of Agricultural Economics/Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, 1988a.
- Martin, Frédéric. "Budgets de Culture au Sénégal: Annexe 1--Budgets de Culture et Analyse des Marges dans le Bassin Arachidier." MSU International Development Paper Reprint No. 28F/1. East Lansing: Michigan State University, Department of Agricultural Economics/Institut Sénégalais de Recherches Agricoles, 1988b.
- Martin, Frédéric. "Budgets de Culture au Sénégal: Annexe 3--Budgets de Culture et Analyse des Marges dans la Vallée du Fleuve Sénégal." MSU International Development Paper Reprint No. 28F/3.

East Lansing: Michigan State University, Department of  
Agricultural Economics/Institut Sénégalais de Recherches  
Agricoles, 1988c.

Perrin, Richard K., Donald L. Winkelmann, Edgardo R. Moscardi, et Jock  
R. Anderson. Comment Etablir des Conseils aux Agriculteurs à  
Partir des Données Expérimentales. Mexico: (CIMMYT), 1979.

Sidibé, Mamadou. "Analyse de la Rentabilité Financière des Cultures  
dans le Sud-Est du Bassin Arachidier." Draft. Dakar-Hann:  
ISRA/BAME, 1991.

Staatz, John M. "Influence des Conditions du Marché sur l'Adoption des  
Nouvelles Technologies Agricoles au Mali." East Lansing:  
Michigan State University, Agricultural Economics Staff Paper No.  
89-109F, 1989.

## ANNEXES

## Annexe 1

### Rapports des Essais Variétaux et Agronomiques

- "Fertilisation Minérale du Mil Souna: Incidence de l'Engrais Binaire P,K, Nouvellement Vulgarisé sur Culture de Mil Souna dans le Sud du Bassin Arachidier." Ministère du Développement Rural, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Département de Recherches sur les Systèmes Agraires et Economie Rural. Mai 1987a.
- Fofana, Amadou. "Sélection Mil Rapport Analytique 1989." Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Mai 1990.
- Ndiaye, Mamadou. "Evaluation de Performances de Variétés de Maïs à la Station ISRA de Nioro. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles. Direction de Recherches sur les Productions Végétales. Janvier 1991a.
- Ndiaye, Mamadou, Ibrahima Dioum et Ganda Dème. "Rapport Provisoire, Recherche de Formules d'Engrais N-P-K pour la Culture du Maïs Pluvial." Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique Sénégal. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Janvier 1991b.
- "Rapport Essais Variétaux Mils: Etude en Champs Paysans de Différentes Variétés Améliorées de Mil Précoce dans le Sud de la Région de Kaolack." Ministère du Développement Rural, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Département de Recherches sur les Systèmes Agraires et Economie Rurale. Mai 1987b.
- Thiam, Abdoulaye, avec la collaboration de Mbagnick Sène. "Etude de Comportement en Milieu Réel de Quelques Variétés Améliorées de Mil, Maïs et Sorgho dans le Sud du Sine-Saloum Nioro du Rip."
- Thiam, Abdoulaye et Mbagnick Sène. "Fertilisation Minérale sur Culture de Mil en Champs Paysans au Sud du Sine-Saloum en 1986 et 1987." Ministère du Développement Rural. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Juillet 1988a.
- Thiam, Abdoulaye et Mbagnick Sène. "Incidence sur le Rendement Mil-Grain et ses Composantes d'Itinéraires Techniques Mis en Oeuvre par les Paysans dans les Sols Limono-Agrileux du Sud Sine Saloum." Ministère du Développement Rural. Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Juillet 1988b.
- Trouche, G., S. Samb et M. Cissokho. "Amélioration Variétale du Sorgho, Région du Fleuve Sénégal." Rapport Analytique Hivernage 1990. Ministère du Développement Rural, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles. Direction de Recherches sur les Productions Végétales Programme Sorgho. Février 1991.

Trouche G., S. Samb, O. Hann et B. Sall. "Amélioration Variétale du Sorgho, Zones de Culture Pluviale." Rapport Analytique Hivernage 1990. Ministère du Développement Rural, Institut Sénégalais de Recherches Agricoles. Direction de Recherches sur les Productions Végétales, Programme Sorgho. Avril 1990.



**Annexe 3**

**Tableaux et Figures**

Tableau 1

Rapport Provisoire Recherche de formules d'engrais N-P-K pour la culture du maïs pluvial  
 Janvier 1991: Mamadou Ndiaye, Ibrahima Dioum, Ganda Deme BUDGET PARTIEL

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16
Rendement moyen (kg/ha)	787	1189	1025	1008	911	1067	1525	1003	714	1170	478	869	944	1325	1298	589
Rendement reajuste (kg/ha)	708.3	1070.1	922.5	907.2	819.9	960.3	1372.5	902.7	642.6	1053	430.2	782.1	849.6	1192.5	1168.2	530.1
Valeur de la Production Brute (119 PCFA/Kg)	84288	127342	109778	107957	97568	114276	163328	107421	76469	125307	51194	93070	101102	141908	139016	63082
<b>Couts variables monetaires</b>																
Quantite d'uree (kg)	50	250	50	250	50	250	50	250	0	300	150	150	150	150	150	0
Cout unitaire d'uree	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
Quantite de phosphore (kg)	30	30	110	110	30	30	110	110	70	70	0	140	70	70	70	0
Cout unitaire de phosphore	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132	132
Quantite de Potassium (kg)	40	40	40	40	180	180	180	180	110	110	110	110	0	220	110	0
Cout unitaire de potassium	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
Cout monetaire d'engrais	12020	29220	22580	39780	25180	42380	35740	52940	19580	45380	23240	41720	22140	42820	32480	0
Autres couts	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total couts var. monetaires	12020	29220	22580	39780	25180	42380	35740	52940	19580	45380	23240	41720	22140	42820	32480	0
<b>Couts variables d'opportunitie</b>																
Nombre d'homme-jours	2.4	6.4	4	8	5.2	9.2	6.8	10.8	3.6	9.6	5.2	8	4.4	8.8	6.6	0
Epannage d'engr. (50 kg/jr)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Totals couts d'opportunitie	1200	3200	2000	4000	2600	4600	3400	5400	1800	4800	2600	4000	2200	4400	3300	0
<b>Couts variables totaux</b>																
	13220	32420	24580	43780	27780	46980	39140	58340	21380	50180	25840	45720	24340	47220	35780	0
Benefice Net	71068	94922	85198	64177	69788	67296	124188	49081	55089	75127	25354	47350	76762	94688	103236	63082

## Annexe 4

### Etapes dans les Analyses Economiques

1. Le calcul du rendement moyen par traitement.
2. Le calcul du rendement réajusté par traitement.  
J'ai réduit le rendement par 10 pour cent pour tenir compte des différences en gestion, mode de récolte, et taille de la parcelle entre un essai et le milieu réel.
3. Le calcul du prix du produit.  
Utiliser soit le prix au producteur soit le prix au consommateur et l'ajuster pour tenir compte des coûts de récolte, de battage, de stockage, de transport, de commercialisation.
4. Le calcul de la valeur de la production.  
Rendement réajusté multiplié par le prix du produit.
5. Enumération des coûts variables.
  - a. coûts monétaires: quantité des intrants achetés multiplié par le prix d'achat compte tenu des frais de transport au champs.
  - b. coûts d'opportunité: évaluer des intrants non-achetés tels que la main-d'oeuvre familiale au prix que le producteur aurait payé s'il les avait achetés.
6. Le calcul du bénéfice net.  
Produit brut moins tous les coûts variables.
7. Identification des traitements supérieurs (non-dominé) pour l'analyse marginale. Traitements ayant un bénéfice net supérieurs pour des coûts inférieurs ou égales.
8. Le calcul du taux marginale de rentabilité (TMR).  
Rapport du bénéfice net marginal, au coûts variables marginaux, exprimé en pourcentage.
9. Comparer les taux marginaux de rentabilité avec le taux-cible.  
Le taux-cible est le taux minimum acceptable au producteur que le chercheur doit spécifier.
10. Choix du traitement préféré.  
Choisir le traitement avec le bénéfice net (BN) le plus élevé et un TMR égal ou supérieur au taux-cible.
11. Analyse de variabilité et de risques.  
Faire des calculs tels que l'écart-type, l'index de variabilité (écart-type divisé par le BN moyen), BN minimum, moyenne du BN pour le quart des traitements ayant les BN les plus bas.

12. Analyse de sensibilité.

Etudier l'impact sur le BN et le TMR des modifications du prix de la production ou un coût variable.

13. Choix final du traitement préféré.

En fonction de la rentabilité (BN et TMR) et d'autres critères tels que le capital disponible, la variabilité et risque, la sensibilité aux prix/coûts alternatifs, et la compatibilité avec le système de production du producteur.

**Tableau A24A**  
**Amélioration Variétale du Sorgho**  
**Zones de Culture Pluviale**

	<u>Bambey</u>		<u>Nioro</u>	
	<u>Prix</u> <u>unitaire</u> (FCFA/KG)	<u>Total</u> (FCFA)	<u>Prix</u> <u>unitaire</u> (FCFA/KG)	<u>Total</u> (FCFA)
<b>COUTS VARIABLES MONETAIRES</b>				
120 Kg/ha 6-20-10	87.2	10,464.00	89.0	10,680.00
100 Kg/ha Urée	83.9	8,390.00	85.7	8,570.00
Furadan 3 G (carbofuran)		17,842.50		17,842.50
Décis (deltamethrine)		9379.00		9381.00
Thymul 35 (endosulfan)		13137.00		13142.00
<b>COUTS VARIABLES D'OPPORTUNITE</b>				
Main-d'oeuvre en à 500 FCFA/jour	<u>homme-</u> <u>jours</u>		<u>homme-</u> <u>jours</u>	
Epannage d'engrais	4.4	2,200.00	4.4	2,200.00
Application des produits phytosanitaires	5	2,500.00	5	2,500.00
Gardiennage <sup>a</sup>	30	15,000.00	30	15,000.00
<b>COUTS VARIABLES TOTAUX</b>		78,912.50		79,315.50
	<b>SEUIL DE RENTABILITE</b>			
Prix au producteur (FCFA/kg)	68		61	
Rendement requis au prix producteur de: (ajusté 10% pour pertes)				
- coût de récolte (15) <sup>a</sup>	51	1,547.30	44	1,802.63
- coût de transport (2) = 57 (Coûts variables totales/57)				

<sup>a</sup>Source: Trouche, Samb, Hann, Sall, 1990. Basé sur des données présentés en Martin, (1988a).

Tableau A24B

Essai	Rendement moyen (KG/ha)	Ecart- type
Essai S. 9001 à Bambey	1345	425
Essai S. 9002 à Nioro	2520	610
Essai S. 9003 à Bambey	1860	605
Essai S. 9004 à Bambey	1760	624
Essai S. 9005 à Nioro	3600	345
Essai S. 9006 à Bambey	1100	305
Essai S. 9007 à Nioro	2740	435
Essai S. 9008 à Bambey	2400	510
Essai S. 9009 à Bambey	1160	415
Essai S. 9010 à Nioro	2435	585
Essai S. 9011 à Bambey	2560	495
Essai S. 9011 à Nioro	2770	610
Essai S. 9012 à Nioro	1980	455

**Tableau A25A**  
**Analyse de l'Essai Sélection Mil**

	<u>Bambey</u>		<u>Nioro</u>		Fanaye	
<b>COUTS VARIABLES MONETAIRES</b>	<u>Prix unit.</u> (FCFA/kg)	<u>Total</u> (FCFA)	<u>Prix unit.</u> (FCFA/kg)	<u>Total</u> (FCFA)	<u>Prix unit.</u> (FCFA/kg)	<u>Total</u> (FCFA)
150 Kg/ha 6-20-10	87.2	13,080.00	89.0	13,350.00	88.9	13,335.00
100 Kg/ha Urée	83.9	8,390.00	85.7	8,570.00	85.6	8,560.00
<b>COUTS VARIABLES D'OPPORTUNITE</b>						
Main-d'oeuvre en homme-jours à 500 FCFA/jour						
Epannage d'engrais	5	2,500.00	5	2,500.00	5	2,500.00
<b>COUTS VARIABLES TOTAUX</b>		23,970.0		24,420.0		24,395.0
<b>SEUIL DE RENTABILITE</b>						
	(FCFA/kg)	(kg)	(FCFA/kg)	(kg)	(FCFA/kg)	(kg)
Prix au producteur	68		61		71	
Rendement requis au prix au producteur (ajusté 10% pour pertes)						
- coût de récolte (15)*						
- coût de transport (2)	51	470.00	44	555.00	54	451.76
= x (Coûts variables totales/x)						

Source: Fofana, 1990.

NB: L'auteur du rapport n'a pas précisé le type et la quantité de traitements chimiques qui ont été utilisés contre les différentes insectes. Donc, ce calcul ne comprend ni la valeur de ces produits ni le coût d'opportunité de la main-d'oeuvre nécessaire pour l'application.

Tableau A25B  
Rendements pour l'Essai Sélection Mil

Essai	Bambey		Nioro		Fanaye	
	Rendement moyen (KG/Ha)	Ecart- type	Rendement moyen (KG/Ha)	Ecart- type	Rendement moyen (KG/Ha)	Ecart- type
Lignées Testées	404	183	2130	371		
Hybrides Top Cross- Souna 3	849	148				
Hybrides Top Cross-IBV 8004	805	187				
Variétés dans L'Essai Imzat	840	216				
Variétés de Grande Taille					1494	205
Variétés Haines					1828	213



**Tableau A26B**  
**Evaluation de Performances de Variétés de Maïs**  
**A La Station ISRA de Nioro**

	Prix unitaire (FCFA/Kg)	Total (FCFA)
<b>COUTS VARIABLES MONETAIRES</b>		
200 Kg/ha 6-20-10	82.3	20,575.00
250 Kg/ha Urée	85.7	17,140.00
<b>COUTS VARIABLES D'OPPORTUNITE</b>		
Main-d'oeuvre en à 500 FCFA/jour	<u>homme-jours</u>	
Epannage d'engrais	9	4,500.00
<b>COUTS VARIABLES TOTAUX</b>		<b>42,215.00</b>
<b>SEUIL DE RENTABILITE</b>		
Rendement requis au prix producteur de 73 FCFA/kg (ajusté 10% pour pertes)		(kg)
- coût de récolte (15)*		
- coût de transport (2) = 56 (Coûts variables totales/56)		753.84

Source: Ndiaye, 1991.

NB: Le rendement moyen des variétés jaune était 2260 Kg/ha avec un écart-type de 629 Kg. La variété, JDB, avait le rendement le plus bas de 1995 Kg/ha, encore beaucoup plus que la seuil de rentabilité de 754 Kg/ha. La même situation existe pour les variétés blanches qui avait un rendement moyen de 1932 Kg/ha avec un écart-type de 957.31 Kg. Le rendement de la variété EV8343 SR était de 1610 Kg/ha, encore beaucoup plus du rendement nécessaire pour que l'investissement couvre ses frais.