

150205711

Dokke
(deje liete')



Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

U100
SAL

**DIAGNOSTIC DE L'IMPLICATION
DE LA BIOMETRIE
DANS LES ACTIVITES DE RECHERCHE
A L'ISRA**

**ANALYSE DES EXPERIMENTATIONS
MENEES AU CNRA de BAMBEY en 1997**

MEMOIRE DE TITULARISATION

présenté par

Ciré Elimane SALL

encadré par David BOGGIO

Mai 1998

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
LISTE DES TABLEAUX	6
REMERCIEMENTS	7
1. INTRODUCTION	8
2. OBJECTIF DE L'ETUDE	10
3. CONTEXTE	10
4. DEMARCHE	11
5. IMPACT DE LA BIOMETRIE DANS LA RECHERCHE AGRICOLE	12
6. LA BIOMETRIE A L'ISRA	12
6.1. COMPÉTENCE INTERNE EN BIOMÉTRIE	12
6.2. APPUI EXTERNE EN BIOMÉTRIE.....	13
7. ANALYSE DES EXPERIMENTATIONS ET ENQUÊTES	14
7.1. ETUDE DES TECHNOLOGIES DE TRITURATION DE L'ARACHIDE : ANALYSE DE LA QUALITÉ DES PRODUITS HUILES ET TOURTEAUX.....	14
7.1.1. <i>Analyse du protocole d'enquête et de prélèvement</i>	14
7.1.2. <i>Suivi de l'étude</i>	15
7.1.3. <i>Analyse des résultats</i>	15
7.1.4. <i>Synthèse</i>	15
7.2. TESTS DE PRODUITS CHIMIQUES : SUMIALPHA ET SUMIALPHA / DIMÉTHOATE SUR LA CULTURE DU NIÉBÉ16	
7.2.1. <i>Analyse du protocole</i>	16
7.2.2. <i>Suivi de l'essai</i>	16
7.2.3. <i>Analyse des résultats</i>	17
7.2.4. <i>Analyse du rapport d'activité</i>	18
7.2.5. <i>Synthèse</i>	18
7.3. BEV90J3-1997	24
7.3.1. <i>Analyse du protocole</i>	24
7.3.2. <i>Suivi de l'essai</i>	24
7.3.3. <i>Analyse des résultats</i>	24
7.3.4. <i>Analyse du rapport d'activité</i>	25
7.3.5. <i>Synthèse</i>	26
7.4. ÉTUDE DES EFFETS DE MÉLANGES DE PHOSPHATES NATURELS ET DE PHOSPHOGYPSE SUR LES SOLS ET LES CULTURES	27
7.4.1. <i>Analyse du protocole</i>	27
7.4.2. <i>Suivi de l'essai</i>	27

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	2
LISTE DES TABLEAUX.....	6
REMERCIEMENTS.....	7
1. INTRODUCTION.....	8
2. OBJECTIF DE L'ETUDE.....	10
3. CONTEXTE.....	10
4. DEMARCHE.....	11
5. IMPACT DE LA BIOMETRIE DANS LA RECHERCHE AGRICOLE.....	12
6. LA BIOMETRIE A L'ISRA.....	12
6.1. COMPÉTENCE INTERNE EN BIOMÉTRIE.....	12
6.2. APPUI EXTERNE EN BIOMÉTRIE.....	13
7. ANALYSE DES EXPERIMENTATIONS ET ENQUÊTES.....	14
7.1. ETUDE DES TECHNOLOGIES DE TRITURATION DE L'ARACHIDE : ANALYSE DE LA QUALITÉ DES PRODUITS HUILES ET TOURTEAUX.....	14
7.1.1. <i>Analyse du protocole d'enquête et de prélèvement</i>	14
7.1.2. <i>Suivi de l'étude</i>	15
7.1.3. <i>Analyse des résultats</i>	15
7.1.4. <i>Synthèse</i>	15
7.2. TESTS DE PRODUITS CHIMIQUES : SUMIALPHA ET SUMIALPHA / DIMÉTHOATE SUR LA CULTURE DU NIÉBÉ.....	16
7.2.1. <i>Analyse du protocole</i>	16
7.2.2. <i>Suivi de l'essai</i>	16
7.2.3. <i>Analyse des résultats</i>	17
7.2.4. <i>Analyse du rapport d'activité</i>	18
7.2.5. <i>Synthèse</i>	18
7.3. BEV90J3-1997.....	24
7.3.1. <i>Analyse du protocole</i>	24
7.3.2. <i>Suivi de l'essai</i>	24
7.3.3. <i>Analyse des résultats</i>	24
7.3.4. <i>Analyse du rapport d'activité</i>	25
7.3.5. <i>Synthèse</i>	26
7.4. ÉTUDE DES EFFETS DE MÉLANGES DE PHOSPHATES NATURELS ET DE PHOSPHOGYPSE SUR LES SOLS ET LES CULTURES.....	27
7.4.1. <i>Analyse du protocole</i>	27
7.4.2. <i>Suivi de l'essai</i>	27

7.4.3.	<i>Analyse des résultats</i>	28
7.4.4.	<i>Analyse du rapport d'activité</i>	29
7.4.5.	<i>Synthèse</i>	29
7.5.	ÉTUDE DE L'IMPACT ÉCONOMIQUE DES TECHNOLOGIES RELATIVES À LA PRODUCTION DU NIÉBÉ	30
7.5.1.	<i>Analyse du protocole</i>	30
7.5.2.	<i>Suivi de l'étude</i>	30
7.5.3.	<i>Analyse des résultats</i>	31
7.5.4.	<i>Analyse du rapport d'activité</i>	31
7.5.5.	<i>Synthèse</i>	31
7.6.	ÉVALUATION DE L'EFFICACITÉ D'UN ITINÉRAIRE TECHNIQUE PAR LA MÉTHODE DU DIAGNOSTIC DE L'ÉLABORATION DU RENDEMENT : APPLICATION À LA FERTILISATION DE L'ARACHIDE EN MILIEU PAYSAN	32
7.6.1.	<i>Analyse du protocole</i>	32
7.6.2.	<i>Suivi de l'essai</i>	32
7.6.3.	<i>Analyse des résultats</i>	32
7.6.4.	<i>Analyse du rapport d'activité</i>	33
7.6.5.	<i>Synthèse</i>	34
7.7.	RECHERCHE DE MÉCANISMES DE RÉSISTANCE À LA SÉCHERESSE CHEZ DES VARIÉTÉS LOCALES DE MIL DES RÉGIONS DE DIOURBEL ET DE THIÈS	34
7.7.1.	<i>Analyse du protocole</i>	34
7.7.2.	<i>Suivi de l'essai</i>	34
7.7.3.	<i>Analyse des résultats</i>	35
7.7.4.	<i>Analyse du rapport d'activité</i>	35
7.7.5.	<i>Synthèse</i>	36
7.8.	TESTS D'ADAPTATION DE VARIÉTÉS D'ARACHIDE INTRODUITES DE L'ICRISAT	38
7.8.1.	<i>Analyse du protocole</i>	38
7.8.2.	<i>Suivi de l'essai</i>	38
7.8.3.	<i>Analyse des résultats</i>	38
7.8.4.	<i>Synthèse</i>	38
8.	ANALYSE SYNTHÉTIQUE	39
8.1.	LA PLANIFICATION EXPÉRIMENTALE.....	39
8.1.1.	<i>La définition de l'objectif expérimental</i>	39
8.1.2.	<i>La définition des facteurs à étudier</i>	39
8.1.3.	<i>La définition des conditions expérimentales</i>	39
8.1.4.	<i>La définition des unités expérimentales</i>	39
8.1.5.	<i>La définition des mesures et observations à réaliser</i>	40
8.1.6.	<i>Le choix du dispositif expérimental</i>	40
8.1.7.	<i>La détermination du nombre de répétitions</i>	40
8.2.	LA PLANIFICATION DES ENQUÊTES.....	40

8.2.1.	<i>La définition des objectifs</i>	41
8.2.2.	<i>La définition de la population à étudier</i>	41
8.2.3.	<i>La définition des variables à mesurer</i>	41
8.2.4.	<i>La définition de l'unité de sondage et de l'unité d'observation</i>	41
8.2.5.	<i>La détermination de la taille de l'échantillon</i>	41
8.2.6.	<i>Le choix de la méthode de sondage</i>	41
8.3.	RÉALISATION PRATIQUE DES EXPÉRIMENTATIONS	42
8.3.1.	<i>Bordures et allées</i>	42
8.3.2.	<i>Randomisation</i>	42
8.3.3.	<i>Forme et taille des blocs</i>	42
8.4.	ANALYSE DES RÉSULTATS	43
8.4.1.	<i>Validation des hypothèses de l'analyse de la variance</i>	43
8.4.2.	<i>Données de comptage</i>	43
8.4.3.	<i>Comparaisons de moyennes</i>	43
8.4.4.	<i>Modèle mixte</i>	43
9.	MOYENS DISPONIBLES ET BESOINS IDENTIFIÉS	44
9.1.	MOYENS DISPONIBLES	44
9.1.1.	<i>Moyens humains</i>	44
9.1.2.	<i>Moyens informatiques</i>	44
9.1.3.	<i>Moyens en documents</i>	45
9.2.	BESOINS IDENTIFIÉS	45
9.2.1.	<i>Formation en biométrie</i>	45
9.2.2.	<i>Formation à l'utilisation des logiciels d'analyse statistique</i>	45
9.2.3.	<i>Formation à l'utilisation des outils de bureautique</i>	46
9.2.4.	<i>Formation à la rédaction scientifique</i>	46
9.2.5.	<i>Acquisition d'un logiciel d'analyse statistique performant et flexible</i>	46
9.2.6.	<i>Acquisition de documents</i>	46
9.2.7.	<i>Communication Internet / Intranet</i>	46
10.	RECOMMANDATIONS	47
10.1.	A COURT TERME (1998-1999)	47
10.1.1.	<i>Formation en biométrie</i>	47
10.1.2.	<i>Appui en biométrie</i>	47
10.1.3.	<i>Formation à la bureautique</i>	47
10.1.4.	<i>Acquisition de documents en biométrie</i>	48
10.2.	A MOYEN TERME (1999-2000)	48
10.2.1.	<i>Acquisition d'un logiciel d'analyse statistique</i>	48
10.2.2.	<i>Renforcement de la Cellule de Biométrie</i>	48
10.2.3.	<i>Accès Internet / Intranet</i>	48

11. CONCLUSION	49
ANNEXES :	50
ANNEXE 1 : Protocoles de recherche étudiés.....	51
ANNEXE 2 : Documentation de base en biométrie.....	95
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	97

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

<i>Figure 1 : Les zones agro-écologiques au Sénégal et la répartition des centres régionaux et nationaux de l'ISRA</i>	9
<i>Tableau 1 : Caractérisation des activités de recherche sélectionnées</i>	11
<i>Tableau 2 : Dispositifs expérimentaux des essais sélectionnées</i>	11
<i>Tableau 3 : Effets des traitements sur le rendement et ses composantes à Nioro</i>	20
<i>Tableau 4 : Effet des traitements sur le rendement et ses composantes à Bambey</i>	20
<i>Tableau 5 : Comparaison de moyennes particulières du poids de graines sur les traitements à Nioro</i>	21
<i>Tableau 6 : Comparaison de moyennes particulières du poids de graines sur les traitements à Bambey</i>	21
<i>Tableau 7 : Analyse de la variable Nombre de gousses par pied à Nioro</i>	22
<i>Tableau 8 : Analyse de la variable Nombre de gousses par pied après transformation logarithmique à Nioro</i>	23
<i>Tableau 9 : Essai de comparaison variétale d'arachide</i>	25
<i>Tableau 10 : Etude des effets de mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse sur la culture de mil</i>	28
<i>Tableau 11: Etude des effets de mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse sur la culture d'arachide</i>	29
<i>Tableau 12 : Taux d'adoption des variétés améliorées de niébé</i>	31
<i>Tableau 13 : Analyse combinée des variables poids de gousses et poids de fanes</i>	33
<i>Tableau 14 : Effets des variétés sur le rendement, le poids de 1000 grains et le poids de matière sèche</i>	37
<i>Tableau 15 : Comparaisons des variétés avec le témoin selon le poids de 1000 grains</i>	37
<i>Tableau 16 : Comparaison des variétés avec le témoin selon le rendement</i>	37
<i>Tableau 17 : Puissance du test de comparaison des moyennes des rendements</i>	37

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier M. Jean Pierre Ndiaye, Directeur Scientifique de l'ISRA, pour avoir bien voulu me prendre en charge sous sa bienveillante autorité et superviser la réalisation de ce travail.

J'exprime mes remerciements à M. Dogo Seck, Chef du CNRA de Bambey, pour avoir planifié mes différentes rencontres avec les chercheurs du CNRA et mis à ma disposition les moyens du centre pour la bonne exécution de l'étude.

Je remercie M. Harold ROY-MACAULEY, Directeur du CERAAS, pour avoir bien voulu me permettre de bénéficier des moyens tant humains que matériels du CERAAS.

J'exprime ma profonde gratitude envers David Boggio, Biométricien du CERAAS, qui a su encadrer cette étude avec une disponibilité entière. Par ses conseils et suggestions avisés, il a marqué de son empreinte ce travail.

J'exprime mes vifs remerciements aux chercheurs du CNRA de Bambey :

- M. Amadou Ba,
- M. Mamadou Baldé,
- Mme Danièle Clavel,
- M. Mankeur Fall,
- Mme Mbène D. Faye,
- M. José Martin,
- M. Aly Ndiaye,
- M. Ousmane Ndoye.

Je leur suis redevable de leur franche et fructueuse collaboration.

Je remercie également toute l'équipe de la Direction Scientifique de l'ISRA :

- Mme Fatou N. Ba Chargée du Suivi Evaluation,
- Mme Aminata N. Badiane Chargée de Mission GRN,
- M. Adama Faye Chargé de Mission RD,
- Mme Soukeynatou Somé Secrétaire du Directeur Scientifique,

pour m'avoir accueilli avec une bienveillante attention à la Direction Scientifique et me permettre de bénéficier de leurs conseils avisés.

Je tiens à remercier les consultants M. Mouhamadou L. Bocoum et M. Nicolas Dupuy pour l'appui et l'aide constants qu'ils m'ont apportés.

1. INTRODUCTION

L'une des principales missions dévolues à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), crée en 1974, consiste à entreprendre et développer les recherches sur les productions végétales, animales et halieutiques intéressant le développement économique et social du Sénégal.

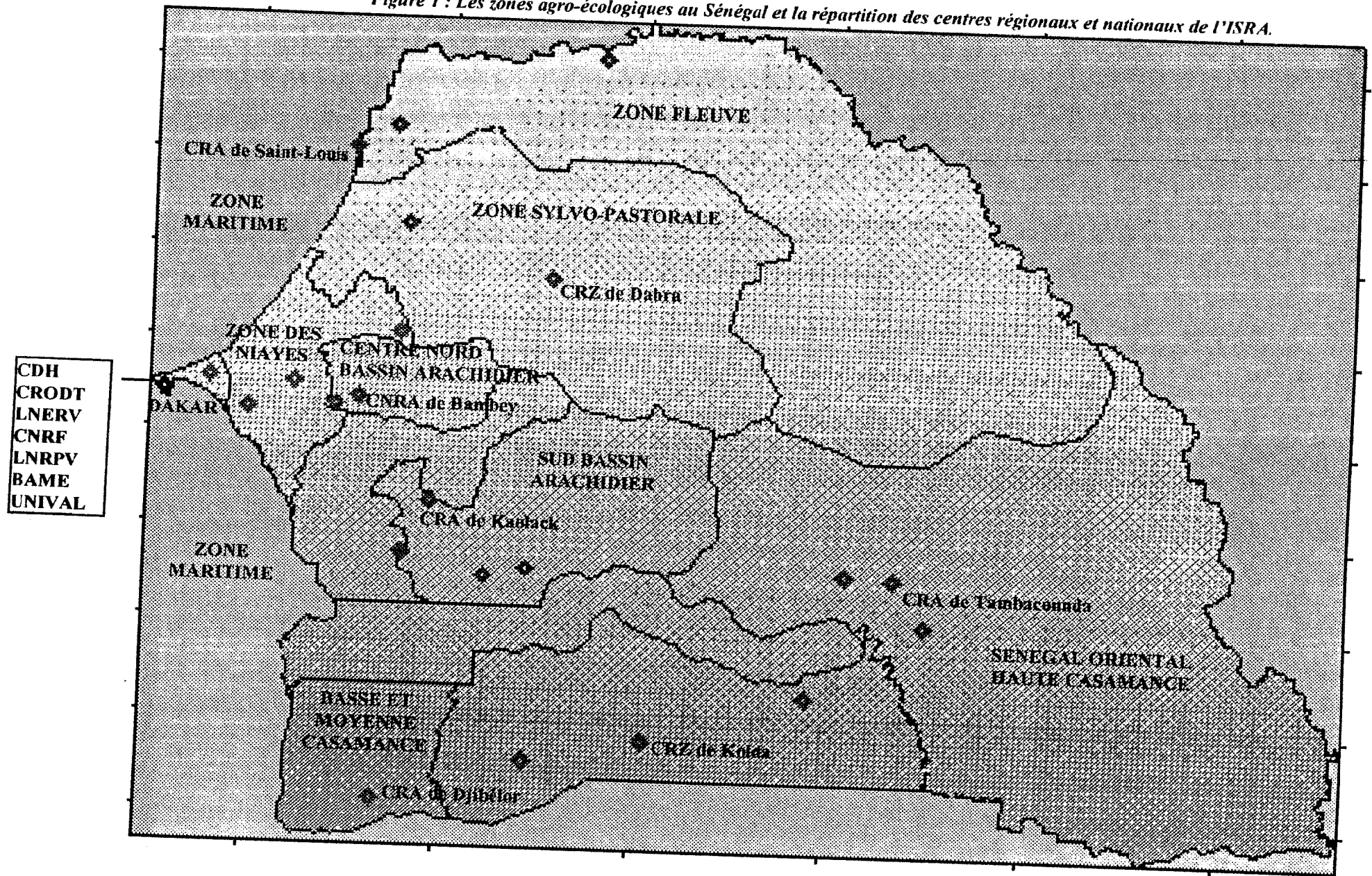
Les activités de recherche de l'Institut sont regroupées en grands domaines disciplinaires : les productions animales, les productions forestières, les productions halieutiques, les productions végétales, la socio-économie. Ainsi, l'ISRA dispose de quatre Centres ou Laboratoires nationaux (figure 1) :

- Laboratoire National d'Élevage et de Recherches Vétérinaires (LNERV),
 - Laboratoire National sur les Productions Végétales (LNPV),
 - Centre National sur les Recherches Forestières (CNRF),
 - Centre de Recherches Océanographiques de Dakar Thiaroye (CRODT),
- et d'un
- Bureau d'Analyses Macro-Economiques (BAME).

Conformément à ses missions, l'Institut doit répondre à diverses demandes : demandes d'expertise, d'information scientifique et technique, d'innovations techniques et organisationnelles, de produits, de formation, etc. Pour répondre avec efficacité à ces différentes demandes et bien cerner les réalités écologiques ainsi que les spécificités régionales, l'ISRA a adopté une organisation décentralisée en huit Centres régionaux :

- Centre de Recherches Agricoles (CRA) de Djibélor en Basse et Moyenne Casamance,
- CRA de Kaolack au Sud Bassin Arachidier,
- CRA de Saint-Louis en Zone Fleuve,
- CRA de Tambacounda au Sénégal Oriental,
- Centre National de la Recherche Agronomique (CNRA) de Bambey au Nord Bassin Arachidier,
- Centre de Recherches Zootechniques (CRZ) de Dahra en Zone Sylvopastorale,
- CRZ de Kolda en Haute Casamance,
- Centre de Développement Horticole (CDH) en Zone des Niayes.

Figure 1 : Les zones agro-écologiques au Sénégal et la répartition des centres régionaux et nationaux de l'ISRA.



Au Sénégal, la dégradation croissante des ressources naturelles, entraînant avec elle la baisse des productions agricoles, plonge les populations rurales dans une situation de précarité de plus en plus marquée. De par sa vocation, l'ISRA, se doit de contribuer à l'amélioration de cette situation et au développement de la production agricole en élaborant des activités de recherche pertinentes et performantes.

La gestion de la qualité scientifique des activités de recherche est une des principales missions de la Direction Scientifique de l'Institut. Afin d'appuyer les Chercheurs dans la conception, la conduite, l'exploitation et l'analyse des résultats des travaux de recherche et d'améliorer ainsi la qualité des recherches, une cellule de biométrie rattachée à la Direction Scientifique a été mise en place.

Engagé à l'essai en qualité de Biométricien à l'ISRA, nous présentons ci-après, au terme de cette période d'essai, l'objet de notre mémoire de titularisation.

2. OBJECTIF DE L'ETUDE

Nous nous proposons dans le cadre de ce travail, de dresser, à partir de l'analyse critique des protocoles d'expériences ou d'enquêtes, du suivi de leur réalisation et de l'analyse de leur résultat, un bilan de l'intervention de la biométrie à l'ISRA, plus particulièrement au Centre National de Recherches Agronomiques (CNRA) de Bambey.

L'élaboration de ce bilan nous permettra entre autres de dégager les limites de l'utilisation de la biométrie et de proposer des solutions permettant à l'ISRA d'améliorer la qualité de ses recherches.

3. CONTEXTE

Le Nord Bassin Arachidier, une des huit zones agro-écologiques que compte le Sénégal (figure 1), couvre les régions de Diourbel, de Thiès et le département de Kébémér dans la région de Louga. Elle s'étend sur plus de 7.4% du territoire national et concentre près de 25% de la population du pays. Le mil, l'arachide et le niébé constituent les principales spéculations agricoles de cette zone (1). Les surfaces cultivées représentent près de 45% des superficies totales cultivées en arachide, mil et sorgho par an au Sénégal.

Situé dans la zone Nord Bassin Arachidier, le CNRA de Bambey, le plus ancien site de recherche agricole au Sénégal (1921), englobe actuellement 10% de l'effectif des chercheurs de l'ISRA. Divers domaines tels que l'agronomie, l'agroforesterie, l'agropédologie, la biochimie, l'entomologie, la malherbologie, la physiologie, la sélection, la socio-économie sont couverts par les recherches menées dans ce centre.

L'importance relative du CNRA au sein de l'ISRA d'une part et certaines contraintes d'ordre pratique (difficultés liées à l'exigence des déplacements réguliers dans les centres) d'autre part, nous ont conduit à limiter notre cadre d'étude aux activités de recherche menées au niveau de ce centre.

4. DEMARCHE

Sur la base de critères tels que le domaine de recherche, le dispositif d'expérience ou d'enquête, le lieu d'implantation de l'essai et la méthode de recueil des données, nous avons retenu, parmi les recherches devant être mises en œuvre par le CNRA durant la campagne 1997, les huit thèmes de recherche suivants sur lesquels portera notre étude :

1. Etude des technologies de trituration de l'arachide : analyse de la qualité des produits huiles et tourteaux,
2. Tests de produits chimiques : Sumialpha et Sumialpha / Diméthoate sur la culture du niébé,
3. Essai variétal : BEV90J3-1997,
4. Etude des effets de mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse sur les sols et les cultures,
5. Etude de l'impact économique des technologies relatives à la production du niébé,
6. Evaluation de l'efficacité d'un itinéraire technique par la méthode du diagnostic de l'élaboration du rendement : application à la fertilisation de l'arachide en milieu paysan,
7. Recherche de mécanismes de résistance à la sécheresse chez des variétés locales de mil des régions de Diourbel et de Thiès,
8. Tests d'adaptation de variétés d'arachide introduites de l'ICRISAT.

Nous étions guidé, dans l'élaboration de la liste des activités à analyser, par la volonté d'inclure les différentes particularités des recherches menées dans le CNRA. Nous retrouvons ainsi des recherches sur différents domaines d'activités menées en station, en milieu paysan et au laboratoire, des enquêtes et des essais multilocaux (Tableau 1). Les différents dispositifs expérimentaux sont en blocs aléatoires complets, en blocs aléatoires complets divisés (Split plot), en lattices carrés et en lattices rectangulaires (Tableau 2).

Tableau 1 : Caractérisation des activités de recherche sélectionnées

Domaines de recherche	Essai en station	Essai en milieu paysan	Essai multilocal	Enquête	Enquête et analyse au laboratoire
Agronomie		6			
Biochimie					1
Entomologie			2		
Pédologie	4				
Physiologie	7				
Sélection	3		8		
Socio-économie				5	

Les numéros renvoient aux numéros des thèmes d'activités.

Tableau 2 : Dispositifs expérimentaux des essais sélectionnés

Dispositif expérimental	Thème d'activité
Blocs aléatoires complets	2, 4, 7
Lattices carrés	8
Lattices rectangulaires	3
Split plot	6

Les numéros renvoient aux numéros des thèmes d'activités.

Considérant la spécificité relative à la recherche sur les productions animales, nous avons envisagé l'opportunité d'étudier au moins une expérimentation portant sur ce domaine ; des contacts ont été établis avec des chercheurs du LNERV, mais nous nous sommes confrontés à une difficulté liée aux exigences de calendrier de réalisation des travaux.

Ainsi notre travail portera essentiellement sur l'analyse des protocoles et des résultats des activités de recherches citées ci-dessus et du suivi de leur réalisation. Les divers éléments recueillis lors de nos participations aux Ateliers de Présentation des Résultats de Recherche Collaborative tenus respectivement à Bambey (20 et 21/05/97), à Kaolack (10 et 11/12/97) et à Kolda (17 au 20/02/98) ainsi que l'étude bibliographique que nous avons menée nous permettrons, dans une certaine mesure, d'avoir une vue plus globale de la situation de la biométrie à l'ISRA.

5. IMPACT DE LA BIOMETRIE DANS LA RECHERCHE AGRICOLE

La procédure expérimentale dans le domaine agricole est soumise à de larges et diverses sources de fluctuations ; l'exigence de la maîtrise de la variabilité du matériel expérimental, nécessitant l'adoption de méthodes spécifiques, a depuis longtemps suscité l'établissement de liens étroits entre l'agronomie, au sens large, et la statistique. Les expérimentations et enquêtes agricoles devenant nécessairement plus vastes, plus complexes et ainsi moins précisément contrôlées, ces liens se renforcent alors de plus en plus.

La biométrie, née notamment à la suite des importants travaux de Francis Galton (1822-1911) et Karl Pearson (1857-1936), désigne l'ensemble des applications des méthodes mathématiques aux sciences biologiques (2) : elle occupe une place prépondérante dans la recherche agricole en intervenant aux différentes étapes depuis la conception de l'étude, la collecte et l'analyse des données jusqu'à l'interprétation et la présentation des résultats de la recherche.

L'intégration judicieuse de la biométrie à la recherche agricole permet d'assurer que des données pertinentes pourront être obtenues en quantité suffisante et analysées de manière appropriée pour donner lieu à des recommandations fiables (3). Elle permet d'introduire une rigueur qui répond aux normes scientifiques internationales et garantit ainsi l'efficacité et la rentabilité de la recherche.

6. LA BIOMETRIE A L'ISRA

6.1. Compétence interne en biométrie

L'ISRA a bénéficié, entre 1987 et 1991, du concours d'un biométricien (M.L. Diédhiou). L'étude de son rapport de titularisation (4) nous a permis de nous assurer de l'important travail qui a déjà été réalisé à ce niveau. En effet, après une revue des principales notions relatives à l'analyse de la variance, ce rapport précise l'importance de bien définir les divers éléments fondamentaux d'un protocole expérimental et indique que la réussite d'un essai

est fortement liée à la rigueur à introduire lors de la définition de ces éléments. L'examen des protocoles des expériences mises en place au Centre de Recherches Agricoles de Djibélor en 1986 a permis à l'auteur du rapport de soulever un certain nombre de faiblesses qui sont principalement relatives au manque de formation et d'information des utilisateurs de l'outil statistique. Ceci constituerait « l'obstacle majeur au développement de la biométrie à l'ISRA ». Ainsi, il note la nécessité de mener des actions afin de palier au manque de formation en statistique au niveau de certains chercheurs. Les propositions avancées sont les suivantes :

- organiser des stages de formation en statistique et en informatique,
- élaborer des plaquettes techniques présentant brièvement les méthodes statistiques et leurs champs d'application,
- entreprendre un programme de recherche sur les méthodes statistiques.

Nous notons la pertinence de ces propositions et regrettons de ne disposer d'aucun élément d'information sur l'application effective de ces dernières.

Le poste de biométricien n'est plus occupé depuis 1991.

6.2. Appui externe en biométrie

Un certain nombre de chercheurs de l'Institut ont pu bénéficier de l'expertise de consultants biométriciens qui ont eu à assurer des formations en biométrie.

Trente cinq chercheurs de l'Institut ont ainsi suivi, du 2 au 4 Mai 1996, une formation assurée par E. Gozé et P. Letourmy (5) ; les sujets abordés étaient la planification des expériences agronomiques, leur réalisation pratique et les questions liées à l'échantillonnage.

J. Russel a animé, du 11 au 24 Mai 1996, un séminaire sur le thème de la conception et l'analyse des essais en milieu paysan : 19 chercheurs y ont participé (6).

Les différents rapports de ces consultants ont, tour à tour, clairement souligné l'importance des besoins de l'ISRA en matière de biométrie : ces besoins ne pouvant pas être uniquement comblés par des stages ponctuels de formation, la nécessité de mettre en place une équipe de biométriciens en vue d'appuyer les chercheurs et de renforcer ainsi les performances de l'Institut s'impose.

L'implantation du Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration de l'Adaptation à la Sécheresse (CERAAS) au CNRA de Bambey a permis, entre Février 1996 et Septembre 1997, au biométricien de ce centre (D. Boggio) d'appuyer, dans la limite de ses disponibilités, les chercheurs du CNRA.

En outre, l'ISRA bénéficie, dans le cadre du partenariat entre l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA) et l'ISRA., de l'expertise de S. Ndiaye, Chargé de cours de Biométrie à l'ENSA.

7. ANALYSE DES EXPERIMENTATIONS ET ENQUÊTES

Au moment de l'élaboration de notre programme de travail, certaines des expérimentations étaient déjà mises en place et, dans ce contexte, il était alors difficile de revenir sur quelques points relatifs à la conception des expériences.

Après une analyse des protocoles des activités de recherche qui ont été sélectionnées (voir les protocoles en annexe 1), nous avons procédé au suivi de leur conduite. Ce suivi de la réalisation pratique des essais ou enquêtes a été mené à travers des entretiens avec les chercheurs et des visites des essais. Ceci nous a permis de nous informer régulièrement de l'état d'avancement des travaux de recherche, nous imprégner des différentes contraintes expérimentales rencontrées et de contribuer par des conseils méthodologiques à la bonne mise en œuvre des activités.

Nous avons demandé aux chercheurs de bien vouloir mettre à notre disposition les résultats de l'analyse des données recueillies, après avoir, dans les cas où le besoin était exprimé, apporté notre appui lors de cette étape d'analyse.

Nous présentons ci-après, par thème d'étude, les principaux points qui nous semblent importants à devoir souligner.

7.1. Etude des technologies de trituration de l'arachide : Analyse de la qualité des produits huiles et tourteaux

7.1.1. Analyse du protocole d'enquête et de prélèvement

Divers objectifs sont fixés par l'étude : étudier les divers procédés de trituration de l'arachide mis en œuvre en milieu rural, analyser la qualité du tourteau, analyser la qualité de l'huile. Ces objectifs sont clairement spécifiés mais leur ordre de priorité n'est pas précisé.

Pour étudier les divers procédés de trituration de l'arachide, il est prévu de réaliser une enquête couvrant les régions de Thiès, Diourbel et Louga : dix villages devraient être choisis et dans chacun d'entre eux cinq exploitations agricoles seraient concernées.

Le protocole n'indique pas les critères de détermination de la taille de l'échantillon ainsi que la répartition des villages au niveau des trois régions. Les méthodes de sélection des villages et des exploitations au sein d'un village ne sont pas indiquées. L'unité d'observation n'est pas précisée et ainsi nous ne pouvons savoir, à la lecture du protocole, l'individu qui sera interrogé au sein d'une exploitation donnée. Les variables à mesurer ne sont pas spécifiées.

En l'absence de toutes ces informations, nous ne pouvons procéder au calcul de la précision a priori des résultats de l'enquête.

L'analyse au laboratoire de la qualité de l'huile et des tourteaux sera réalisée sur des échantillons prélevés au niveau des marchés. Le protocole de prélèvement des échantillons à analyser n'est pas établi et la période de réalisation de l'étude n'est pas précisée.

7.1.2. Suivi de l'étude

Lors de nos premiers entretiens avec le chercheur réalisant l'étude, nous avons suggéré de considérer les différentes typologies existantes, afin de constituer une partition des villages en strates, c'est à dire en groupes de villages semblables selon un certain nombre de critères à identifier. La méthode de sondage par stratification appartient à la classe des méthodes de sondage probabiliste, c'est à dire les sondages pour lesquels chaque individu de l'échantillon a une probabilité donnée connue d'avance d'appartenir à l'échantillon. Ces méthodes, contrairement aux méthodes empiriques, ont l'avantage de permettre des études de précision des estimateurs (7).

Il est apparu que les enquêtes ne seraient finalement pas menées, comme indiqué, au niveau des exploitations, mais plutôt au niveau des marchés hebdomadaires de la zone. La liste des marchés concernés ainsi que le nombre de personnes à interroger au sein d'un marché ne sont pas définis avant la réalisation des enquêtes. En effet, au niveau d'un marché hebdomadaire, les enquêteurs interrogent les vendeuses présentes et disposées à répondre à leurs questions. Il en résulte que le nombre d'interviewées, d'un marché à l'autre, n'est pas contrôlé et qu'ainsi une source de variabilité supplémentaire est introduite. Aussi, certaines des interrogations ne sont pas individuelles, mais collectives.

44 échantillons de tourteau et 20 échantillons d'huile ont été prélevés au niveau des marchés hebdomadaires situés dans les régions de Diourbel, Thiès et Louga. Le nombre d'échantillons prélevés par marché est variable et l'origine des échantillons n'est pas toujours *bien établie*, car les produits trouvés sur un marché sont susceptibles de provenir de différentes zones. La qualité de l'huile et des tourteaux dépendant fortement de la qualité de l'arachide utilisée, il aurait été judicieux de maîtriser la provenance des produits pour en tenir compte lors de l'analyse des résultats.

La réalisation de l'enquête et les prélèvements d'huile et de tourteaux se sont étalés sur une certaine période, ce qui introduit un biais dans les résultats.

7.1.3. Analyse des résultats

Les résultats de l'étude n'étaient pas encore disponibles au moment de la rédaction de notre rapport.

7.1.4. Synthèse

L'analyse ainsi réalisée nous révèle que divers éléments fondamentaux n'ont pas été pris en considération lors de la conception de l'étude. En effet, la taille de l'échantillon n'est pas déterminée en fonction d'un critère de précision et le protocole d'étude n'indique pas l'unité d'observation, la méthode de sondage ainsi que la répartition des villages à enquêter au sein des villages.

L'enquête n'a finalement pas été réalisée comme prévu par le protocole.

7.2. *Tests de produits chimiques : Sumialpha et Sumialpha / Diméthoate sur la culture du niébé*

7.2.1. Analyse du protocole

Cet essai se propose de comparer non seulement les nouveaux produits (Sumialpha et l'association Sumialpha / Diméthoate) entre eux mais également ces nouveaux produits avec les produits de référence (Décis et Diméthoate).

Les traitements sont constitués du témoin absolu, de 3 doses de Sumialpha, 3 doses de l'association Sumialpha / Diméthoate et des doses recommandées de Décis et de Diméthoate.

Ainsi, l'expérience disposée en blocs aléatoires complets, consistera en une comparaison de ces neuf traitements entre eux. Le dispositif ne prendra alors pas en compte la structure inhérente aux traitements à savoir que les nouveaux produits sont testés à 3 doses différentes et qu'on s'intéresse, d'après les objectifs fixés, essentiellement à la comparaison des produits et non des doses d'un même produit.

Le nombre de blocs n'est pas déterminé en fonction d'une précision souhaitée des résultats. Il peut être intéressant de signaler qu'avec 9 traitements et 4 blocs, pour un coefficient de variation de 10% par exemple, des différences de 20% entre les moyennes des traitements n'apparaîtront significatives au seuil de 5% que dans 35% des cas environ.

Une allée de 4 m² est prévue entre les parcelles expérimentales mais la présence de lignes de bordure n'est pas indiquée.

Le protocole présente un unique plan parcellaire, ce qui signifie que la même randomisation sera appliquée aux deux sites. Ceci constitue une erreur ; la randomisation doit être indépendante d'un site à l'autre. Comme nous ne disposons pas de précision sur l'hétérogénéité des deux sites expérimentaux, les blocs auraient dû être aussi compacts que possible.

Pour évaluer la population de thrips, des prélèvements de boutons floraux seront effectués avant chaque application insecticide. Le protocole de prélèvements de ces boutons floraux n'est pas établi.

7.2.2. Suivi de l'essai

Nous n'avons pas pu visiter l'essai à la station de Nioro. Les visites de l'expérimentation mise en place à la station de Bambey nous ont fait noter une certaine hétérogénéité sur le plan végétatif au sein des parcelles d'un même bloc, et ceci avant même l'application des traitements. Cette hétérogénéité qui s'explique vraisemblablement par le nombre assez élevé de traitements et l'importance de la surface des allées (4 m²) contribuera à la diminution de la puissance de l'essai.

Pour évaluer le nombre de thrips par fleur, chaque semaine, cinq boutons floraux sont prélevés par parcelle. Ces prélèvements ne sont pas aléatoires.

Une faible pression des thrips fut relevée à Bambey. Cette faible pression peut entraver la fiabilité des résultats quand on sait que la précision des comparaisons de traitements insecticides est fortement influencée par la pression parasitaire. Il pourrait être judicieux d'utiliser des méthodes d'infestation artificielle.

7.2.3. Analyse des résultats

Les tableaux 3 et 4 présentent l'analyse des variables poids des graines, poids de cent graines, nombre de gousses saines par pied, nombre de gousses avortées par pied, et nombre de gousses par pied à Nioro et à Bambey. L'examen simple de ces tableaux nous indique qu'aussi bien à Nioro qu'à Bambey, les traitements n'ont pas d'effet significatif au niveau 5% sur les variables poids de cent graines, nombre de gousses saines par pied, nombre de gousses avortées par pied et nombre de gousses par pied. Par contre, pour la variable poids des graines, l'analyse des résultats permet de déceler des différences significatives à Bambey et très hautement significatives à Nioro entre les moyennes des traitements.

Le test de Newman et Keuls indique, à Nioro, un effet significatif des produits insecticides sur le poids des graines relativement au témoin, mais ne permet de distinguer ni les différents produits ni les différentes doses du même produit. A Bambey, la dose recommandée de Sumialpha / Diméthoate produit une moyenne de poids des graines plus élevée que celle produite par le témoin.

Le test de Newman et Keuls, qui est une méthode de comparaison des moyennes deux à deux n'est pas très indiqué dans le cadre de cette étude. En effet, l'objectif de l'étude nous dicte à devoir nous intéresser à des questions particulières du genre :

- Les produits insecticides sont-ils efficaces, c'est à dire sont ils meilleurs que le témoin absolu ?
- Les nouveaux produits sont-ils meilleurs que les produits de référence ?
- Le Sumialpha est-il meilleur que l'association Sumialpha / Diméthoate ?
- Existe-t-il une différence entre les effets des différentes doses du même produit ?

La méthode des contrastes peut nous permettre de répondre précisément aux diverses questions formulées (8).

D'après le tableau 5, nous pouvons affirmer avec un risque d'erreur inférieur à $1^0/_{00}$, qu'à Nioro l'utilisation des différents produits a un effet significatif sur le poids des graines. Nous ne notons pas de différences significatives entre les nouveaux produits mais, avec un risque de 1^{ère} espèce de 10% , nous pouvons affirmer que le Diméthoate a un meilleur effet que le Décis sur cette variable.

Le tableau 6 nous fait noter, qu'à Bambey, d'une part les produits, relativement au témoin absolu, ont un effet significatif sur le poids de graines et d'autre part qu'il existe une différence d'influence hautement significative entre le Sumialpha / Diméthoate et le Sumialpha sur cette variable.

Le tableau 3 nous indique que les traitements n'ont pas d'effets significativement différents sur le nombre de gousses par pied ainsi que sur le nombre de gousses saines et de gousses avortées par pied à Nioro. Les différents coefficients de variation (44.6%, 50.4%,43%) sont élevés.

Mais l'examen du tableau 7, qui représente les résultats de l'analyse de la variance du nombre de gousses par pied, nous permet de noter que les hypothèses de normalité et d'égalité de la variance des traitements ne sont pas acceptées au niveau 5%. Ainsi, il y a lieu de procéder à une transformation de variable.

Le tableau 8 présente les résultats de l'analyse de variance de la transformation logarithmique du nombre de gousses par pied. Nous notons que les hypothèses de l'analyse de

la variance sont devenues plausibles. En effet, la transformation logarithmique a permis de stabiliser la variance des traitements. La comparaison des contrastes nous indique un effet très hautement significatif des produits insecticides sur cette variable. Au seuil de 10%, nous pouvons dire que l'effet des nouveaux produits est plus marqué que celui des produits de référence. Comme attendu, nous constatons une très faible puissance de l'essai. Au niveau 5%, des écarts de 10% entre les moyennes des traitements seront déclarés significatifs que dans 10% des cas.

7.2.4. Analyse du rapport d'activité (9)

La définition des traitements dans le rapport d'activité n'est pas précise. Pour chacun des produits Sumialpha et Sumialpha / Diméthoate, les deux doses encadrant la dose recommandée sont définies par les termes "dose inférieure" et "dose supérieure". Ainsi, nous ne pouvons savoir avec précision les doses de produits réellement appliquées lors de l'expérimentation alors qu'elles sont susceptibles de constituer, pour le lecteur, une importante information.

L'interprétation des résultats est essentiellement faite par référence à des figures. Il semble que c'est l'observation de ces figures qui nous indique l'existence ou l'absence de différences significatives. Pourtant l'analyse statistique des données a bien été réalisée et les résultats de l'analyse sont résumés en annexe du rapport. Mais le rapport n'en fait généralement pas mention.

L'analyse combinée des deux sites n'étant pas réalisée, nous ne pouvons et ne devons avancer aucune conclusion relative à une comparaison des deux sites.

7.2.5. Synthèse

L'analyse de cet essai nous a permis de soulever un problème spécifique lié au choix du dispositif expérimental en fonction des objectifs poursuivis.

La structure des traitements, constitués de produits et de doses d'un même produit, entraînant un nombre de traitements relativement élevé, ce qui constitue une source de variabilité, explique le fait que le dispositif en blocs choisi ne permet pas un contrôle conséquent de la variabilité induite.

Il aurait été plus judicieux de revoir la définition des objectifs en se limitant par exemple à la comparaison de l'effet des produits insecticides utilisés seulement aux doses recommandées.

Le modèle d'analyse de la variance repose sur certaines hypothèses ; il est nécessaire de s'assurer de leur validité en étudiant la distribution des résidus. Dans le cas où il existe un important écart à l'hypothèse d'égalité des variances, nous devons effectuer une transformation de la variable afin d'obtenir une nouvelle variable à variance constante.

Le choix d'une méthode de comparaisons multiples des moyennes est toujours discutable, car il n'existe pas de règle précise pour nous guider dans ce choix. Mais certaines des méthodes de comparaison peuvent être mieux adaptées que d'autres à nos objectifs et leur utilisation est alors mieux indiquée.

Le rapport d'activité doit contenir une description détaillée de l'expérimentation. Ainsi, la définition précise des traitements doit figurer dans ce rapport.

Toute conclusion relative à une analyse statistique doit être avancée avec une référence à un tableau de résultats bien précis. Les différentes parties de l'annexe devront être citées dans le texte du rapport.

Tableau 3 : Effets des traitements sur le rendement et ses composantes à Nioro

Traitement	Poids des graines (g)	Poids de cent graines (g)	Nombre de gousses saines par pied	Nombre de gousses avortées par pied	Nombre de gousses par pied
T0	411.4 b	13.1	8.5	3.2	1.7
T1	1186.7 a	13.2	45.0	6.4	51.4
T2	1177.3 a	13.3	28.8	5.3	34.2
T3	1304.9 a	12.8	29.3	4.4	33.8
T4	1207.9 a	12.9	27.9	4.9	32.9
T5	1129.3 a	13.6	27.0	4.4	31.4
T6	1298.1 a	13.6	31.4	5.9	37.2
T7	1258.8 a	13.9	28.9	3.5	32.4
T8	945.7 a	13.0	22.5	4.2	26.7
Moyenne	1102.2	13.3	27.7	4.7	32.4
C.V.	20.9%	8.5%	44.6%	50.4%	43.0%
Effet	***	ns	ns	ns	ns

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Newman-Keuls.

C.V. : Coefficient de variation.

ns : Non significatif au seuil de 5%. *** : Significatif au seuil de 0.1 %.

Tableau 4 : Effet des traitements sur le rendement et ses composantes à Bambey

Traitement	Poids des graines (g)	Poids de cent graines (g)	Nombre de gousses saines par pied	Nombre de gousses avortées par pied	Nombre de gousses par pied
T0	1467.8 b	15.9	26.4	1.5	27.0
T1	1693.7 ab	15.7	30.5	3.0	33.5
T2	1811.4 ab	15.1	31.4	2.5	33.9
T3	1575.5 ab	14.9	28.6	2.0	30.6
T4	1987.2 ab	15.7	33.5	1.7	35.2
T5	2230.4 a	15.9	31.2	1.8	33.0
T6	2131.2 ab	15.5	31.5	2.6	34.1
T7	1846.2 ab	15.4	26.3	1.6	28.0
T8	1866.0 ab	15.6	30.8	2.0	32.8
Moyenne	1845.5	15.503	30.0	2.1	32.1
C.V.	16.0%	3.7%	17.8%	37.7%	17.4%
Effet	*	ns	ns	ns	ns

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Newman-Keuls.

C.V. : Coefficient de variation.

* : Significatif au seuil de 5 %.

Tableau 5 : Comparaison de moyennes particulières¹ du poids de graines sur les traitements à Nioro

MOYENNES DES		S.C.E.			COEFFICIENTS									
+	-	ASSOCIEE	F	PROBA	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
411.42	1188.56	2147351.75	40.57	0.0000	8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
1222.98	1211.78	753.74	0.01	0.9019	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	
1217.38	1102.11	79718.51	1.51	0.2299	0	1	1	1	1	1	1	-3	-3	
1258.80	945.42	196407.86	3.71	0.0631	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	
1177.32	1245.81	12508.10	0.24	0.6361	0	-1	2	-1	0	0	0	0	0	
1129.35	1252.99	40763.33	0.77	0.3928	0	0	0	0	-1	2	-1	0	0	
1186.72	1304.90	27930.63	0.53	0.4809	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	
1207.93	1298.05	16245.03	0.31	0.5910	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	

S.C.E. : Somme des carrés des écarts

Tableau 6 : Comparaison de moyennes particulières¹ du poids de graines sur les traitements à Bambeby

MOYENNES DES		S.C.E.			COEFFICIENTS									
+	-	ASSOCIEE	F	PROBA	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	
1467.77	1892.69	641970.63	7.33	0.0119	8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
1693.51	2116.25	1072275.63	12.25	0.0019	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	
1904.88	1856.13	14262.47	0.16	0.6920	0	1	1	1	1	1	1	-3	-3	
1846.20	1866.05	788.04	0.01	0.9223	0	0	0	0	0	0	0	1	-1	
1811.38	1634.57	83355.35	0.95	0.3408	0	-1	2	-1	0	0	0	0	0	
2230.40	2059.18	78177.86	0.89	0.3567	0	0	0	0	-1	2	-1	0	0	
1693.70	1575.45	27966.13	0.32	0.5837	0	1	0	-1	0	0	0	0	0	
1987.18	2131.18	41467.78	0.47	0.5046	0	0	0	0	1	0	-1	0	0	

S.C.E. : Somme des carrés des écarts

¹Comparaison par la méthode des contrastes

Tableau 7 : Analyse de la variable Nombre de gousses par pied à Nioro

INDICES DE NORMALITE : coefficients de K.PEARSON

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 2.59 PROBA = 0.0000
 APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 7.55 PROBA = 0.0000
 RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)
 1er Résidu suspect : 22
 Observation No 6
 facteur 1 = Traitement, niveau 2 = T1 (T1)
 facteur 2 = BLOCS, niveau 2 = BLOC 2 (B2)

TABLEAU DES ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES TRAITEMENTS

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
5.81	30.03	5.11	7.73	8.22	11.89	6.38	13.32	10.18

KHI2 = 15.99 PROBA = 0.0422

ECARTS-TYPES BLOCS

B1	B2	B3	B4
9.16	18.35	10.31	7.43

KHI2 = 7.57 PROBA = 0.0547

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 657.32 PROBA = 0.0614

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M	TEST.F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	8689.32	35	248.27				
VAR.FACTEUR1	3405.02	8	425.63	2.19	0.0652		
VAR.BLOCS	627.87	3	209.29	1.08	0.3777		
VAR.RESIDUELLE	4656.44	24	194.02			13.93	43.0%

TABLEAU DES MOYENNES

MOYENNE GENERALE = 32.40

MOYENNES TRAITEMENTS

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
11.66	51.36	34.17	33.78	32.96	31.38	37.19	32.37	26.71

MOYENNES BLOCS

B1	B2	B3	B4
32.01	38.43	32.52	26.63

PUISSANCE DE L'ESSAI : FACTEUR Traitements

ECARTS		RISQUE de 1ere ESPECE	
en %	V.Absolue	5%	10%
5.00%	1.62	5%	10%
10.00%	3.24	5%	10%
Moyennes	observées	73%	84%

Tableau 8 : Analyse de la variable Nombre de gousses par pied après transformation logarithmique à Nioro

INDICES DE NORMALITE : coefficients de K.PEARSON

SYMETRIE (valeur idéale théorique = 0) : BETA 1 = 0.14 PROBA = 0.3337
 APLATISSEMENT (valeur idéale théorique = 3) : BETA 2 = 2.63 PROBA = 0.6330
 RESIDUS SUSPECTS (méthode de GRUBBS)
 NEANT

TABLEAU DES ECARTS-TYPES DES RESIDUS

ECARTS-TYPES TRAITEMENTS

T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
0.21	0.21	0.09	0.11	0.11	0.13	0.05	0.15	0.19

KHI2 = 7.11 PROBA = 0.5257

ECARTS-TYPES BLOCS

B1	B2	B3	B4
0.10	0.16	0.15	0.13

KHI2 = 1.31 PROBA = 0.7316

INTERACTION TRAITEMENTS*BLOCS

SCE test de TUKEY = 0.08 PROBA = 0.0716

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M	TEST.F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1.79	35	0.05				
VAR.FACTEUR1	1.07	8	0.13	5.43	0.0006		
VAR.BLOCS	0.13	3	0.04	1.70	0.1935		
VAR.RESIDUELLE	0.59	24	0.02			0.16	10.7%

PUISSANCE DE L'ESSAI : FACTEUR Traitements

ECARTS		RISQUE de 1ere ESPECE	
		5%	10%
en %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI	
5.00%	0.07	6%	12%
10.00%	0.15	10%	18%
Moyennes observées		PUISSANCE A POSTERIORI	
		97%	99%

CONTRASTES

MOYENNES DES		SCE			COEFFICIENTS								
+	-	ASSOCIEE	F	PROBA	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1.01	1.52	0.90	36.50	0.0000	8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
1.57	1.52	0.02	0.63	0.4420	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	0
1.54	1.43	0.07	2.98	0.0934	0	1	1	1	1	1	1	-3	-3
1.49	1.38	0.02	0.96	0.3376	0	0	0	0	0	0	0	1	-1
1.53	1.59	0.01	0.39	0.5437	0	-1	2	-1	0	0	0	0	0
1.48	1.54	0.01	0.40	0.5408	0	0	0	0	-1	2	-1	0	0
1.65	1.53	0.03	1.34	0.2581	0	1	0	-1	0	0	0	0	0
1.52	1.56	0.00	0.20	0.6635	0	0	0	0	1	0	-1	0	0

7.3. BEV90J3-1997

7.3.1. Analyse du protocole

Le titre de l'essai n'est pas explicite : en effet il ne nous permet pas d'avoir une quelconque idée de l'objet de l'étude. Ceci ne faciliterait pas une éventuelle recherche documentaire sur le sujet traité.

L'objectif consiste en une comparaison de 10 variétés d'arachide ayant un cycle de 90 jours et de deux témoins. L'objectif mériterait d'être précisé en indiquant par exemple s'il consiste à comparer uniquement les 10 variétés d'arachide aux 2 témoins ou bien à comparer à la fois les 10 variétés aux témoins et les 12 variétés entre elles.

Nous n'avons pas de d'indication sur le lieu d'implantation de l'essai et la présence de lignes de bordure n'est pas prévue par le protocole.

Le dispositif choisi est en lattices rectangulaires en 3 répliques. Le choix de ce dispositif est en adéquation avec le nombre assez important de variétés. En effet, la taille des blocs qui augmente avec le nombre de traitements est un facteur d'hétérogénéité au sein des blocs. Ainsi avec un nombre élevé de traitements, un dispositif en blocs incomplets tels que les lattices pourraient être mieux indiqué que celui en blocs complets.

Le plan de l'essai, établi sur le protocole expérimental, permet de noter que la randomisation réalisée n'est pas conforme à celle d'un lattice. En effet la randomisation des répliques n'est pas réalisée (nous notons aussi, pour les autres essais rentrant dans le même cadre d'action que celui-ci, la même disposition des répliques). La procédure de randomisation s'applique différemment selon le dispositif expérimental envisagé et permet d'éliminer les biais qui peuvent être induits par une mauvaise répartition des traitements sur les unités expérimentales.

7.3.2. Suivi de l'essai

La décomposition du terrain en répliques composées de blocs n'est pas dictée par une certaine connaissance du terrain.

La visite effectuée sur le site expérimental nous a permis de noter l'absence de lignes de bordure au niveau des parcelles.

A cause du manque de semences, certaines lignes ont dû être complétées par la variété *krinkle* : douze parcelles parmi 36 ont été ainsi complétées. Ceci pourrait induire une confusion des effets à tester et poser ainsi des difficultés d'interprétation des résultats.

L'essai a subi une sévère attaque de *clump* au point que le chercheur réalisant l'expérimentation ait jugé préférable de ne pas procéder à une analyse statistique des données recueillies.

7.3.3. Analyse des résultats

Étant donné qu'une autre expérience (BEV90J1-1997) de comparaison variétale, avec le même nombre de variétés d'arachide et le même dispositif que celle ci était réalisée, nous avons jugé intéressant de présenter l'analyse de ses résultats (Tableau 9).

Tableau 9 : Essai de comparaison variétale d'arachide

Variété	20J %	40J %	REC %	%Clump	Fane (kg/ha)	Gousse (kg/ha)
55-113	88,8 a	87,6 a	80,3 ab	41,7	1437,6 ab	331,1
55-437	79,1 bcd	78,0 bcd	75,8 abc	36,5	1299,6 ab	421,2
57-111	68,1 b	67,5 e	63,4 de	41,5	709,4 b	401,7
57-115	72,8 def	72,4 de	70,9 bcde	35,3	1706,4 ab	556,5
57-120	67,1 f	66,5 e	61,8 e	39,9	1674,9 ab	452,4
57-123	86,4 ab	85,2 ab	79,5 ab	24,1	1598,5 ab	596,7
57-125	80,9 bc	79,5 abcd	73,6 abcd	27,2	1367,3 ab	651,6
57-126	88,2 a	87,6 a	85,4 a	15,6	1922,9 ab	665,2
57-14	70,9 ef	70,9 de	66,5 cde	52,6	636,7 b	244,1
Fleur11	82,7 abc	81,5 abc	78,3 abc	8,0	2838,9 a	941,6
S46	76,8 cde	74,4 cde	72,2 bcde	28,9	1120,1 ab	641,4
SR1-22	82,1 abc	79,9 abcd	76,8 abc	39,4	1436,2 ab	474,4
Moyenne	78,7	77,6	73,7	32,8	1479,0	533,2
C.V.	4,4	4,6	6,1	-	39,9	50,6
Effet	***	***	***	-	*	ns

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Newman-Keuls.

C.V. : Coefficient de variation.

ns : Non significatif au seuil de 5%. *** : Significatif au seuil de 0.1 %.

20J%, 40J%, REC% : pourcentage de densité aux 20^{ème}, 40^{ème} jours et à la récolte respectivement.

% Clump : pourcentage de pieds touchés par le virus du Clump.

Les résultats ont été analysés en considérant que le dispositif mis en place est en blocs complètement randomisés ; l'analyse statistique des résultats n'est ainsi pas conforme au dispositif expérimental. Le facteur variétal a un effet très hautement significatif sur les pourcentages de densité aux 20^{ème} et 40^{ème} jour après semis et à la récolte. Au niveau du rendement en fanes, nous notons des différences significatives entre les moyennes des variétés, par contre nous n'observons pas, en ce qui concerne le rendement en gousses, de différences entre les variétés. Les coefficients de variation pour ces variables sont assez élevés (40% et 50% environ). La taille des « blocs complets » qui sont reconstitués dans l'analyse, ces derniers correspondant en fait aux répliques initiales ainsi que la forte attaque de clump (33% en moyenne de pieds touchés par le virus du clump) ont dû contribuer à cette variabilité et à la faible précision des résultats.

Ces résultats sont à considérer avec précaution du fait que le dispositif réellement mis en place n'est pas en blocs aléatoires complets.

7.3.4. Analyse du rapport d'activité (10)

Le rapport ne précise pas que les données ont été analysés en considérant que le dispositif expérimental était en blocs complets.

L'interprétation des résultats est correcte dans l'ensemble sauf que l'on ne doit pas chercher à trouver des différences entre variétés lorsque l'analyse statistique nous a conduit à déclarer que les différences ne sont pas significatives.

Les conclusions sont avancées sans référence précise aux tableaux des résultats. La signification des abréviations (CV, Signif, MOY, ETM) utilisées dans les tableaux ainsi que les tests de comparaison de moyennes réalisées ne sont pas précisés.

7.3.5. Synthèse

Le protocole expérimental constitue un résumé des différentes étapes de la planification expérimentale. La lecture de ce dispositif doit nous renseigner sur l'expérience et ainsi le titre de l'étude doit être bien spécifié. Les objectifs poursuivis doivent être définis avec précision et le site expérimental bien indiqué.

La procédure de randomisation est différente selon le dispositif expérimental choisi. Pour un dispositif en lattices, elle suit les étapes suivantes (11) :

- affectation au hasard de numéros au traitement
- choix au hasard d'un plan de base,
- affectation au hasard des numéros des répliques,
- affectation au hasard des blocs incomplets de chacune des répliques,
- affectation au hasard des traitements aux unités expérimentales de chacun des blocs incomplets.

Le logiciel STATITCF nous permet de procéder à la randomisation des dispositifs en lattices.

Pour un contrôle efficace de l'erreur expérimentale, la décomposition du terrain en répliques et en blocs incomplets doit être dictée par des critères d'homogénéité au sein des répliques et des blocs incomplets constituant chacune de ces répliques.

Le manque de semence qui a été remarqué au moment de mettre l'essai en place soulève un problème de planification de la recherche et de gestion correcte du matériel expérimental disponible.

L'analyse statistique des résultats doit être conforme au dispositif mis en place. Lorsque pour une raison ou une autre cette analyse n'est pas conforme au dispositif, nous devons clairement le spécifier dans le rapport.

Le sens des différentes abréviations ainsi que les tests statistiques utilisés doivent être indiqués.

7.4. *Étude des effets de mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse sur les sols et les cultures*

7.4.1. Analyse du protocole

Le libellé du titre de l'essai est assez précis ; il nous permet, à sa lecture, de cerner, dans une certaine mesure, l'objet de l'étude.

L'objectif spécifique indiqué consiste à mettre au point un mélange de phosphates naturels et de phosphogypse susceptible de corriger la carence en phosphore, l'acidité des sols, et d'augmenter les rendements des cultures l'année même d'application. Il nous semble qu'il s'agit plutôt de comparer les effets des mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse mis au point. Ces mélanges seront comparés suivant leur potentialité à corriger la carence en phosphore, l'acidité des sols, et à augmenter les rendements des cultures l'année même d'application. Les critères de comparaison étant multiples, ils auraient dû être classés par ordre d'importance.

L'effet des mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse sera étudié à la fois sur une culture de mil et sur une culture d'arachide. Il s'agit ainsi de deux expériences menées simultanément.

Le dispositif expérimental est en blocs complets avec 6 traitements et 4 répétitions. Un traitement est constitué d'une proportion de la dose recommandée de phosphate de Taïba et d'une proportion de la dose recommandée de phosphogypse. Cette structure des traitements ne nous permettra pas d'étudier les diverses composantes du traitement, ce qui pourrait être regrettable quand on mesure toute l'information susceptible d'être fournie par une telle étude. En effet il serait intéressant de pouvoir décomposer l'effet traitement en effets dû au phosphate naturel, dû au phosphogypse et en effet dû à l'interaction de ces facteurs. Ainsi, le dispositif qui convient à une telle étude est un dispositif factoriel. Dans le cas où l'étude de toutes les combinaisons des niveaux des deux facteurs ne nous intéresse pas ou n'est pas possible nous pouvons choisir un dispositif factoriel fractionnaire, c'est à dire un plan factoriel pour lequel seulement certaines des combinaisons des niveaux des facteurs seront étudiées (12).

Le lieu d'implantation, le précédent cultural ainsi que le nombre de lignes de bordure ne sont pas indiqués.

Le procédé d'échantillonnage de plants et de sol n'est pas indiqué. L'observation des plans parcellaires nous fait noter que les prélèvements aux 60^{ème} et 90^{ème} jours après la levée devront être faits respectivement à la gauche et à la droite des sous parcelles de rendement ; ainsi les prélèvements ne seront pas totalement aléatoires.

Il est indiqué que, pour la série mil, la sous parcelle de rendement comptera 16 poquets ; ce qui équivaldrait à dire qu'en cas de non levée, les poquets manquants seront repiqués. Dans ce cas, il serait intéressant de préciser comment nous procéderons pour le repiquage et se demander si cette variabilité induite pourra être convenablement prise en compte lors de l'analyse des résultats.

7.4.2. Suivi de l'essai

Nous avons suggéré au chercheur de procéder, pour les prélèvements de plants et de sols à effectuer, de manière totalement aléatoire sur toute la partie de parcelle en dehors du carré de rendement et non, suivant le jour de prélèvement, seulement à la droite ou à la gauche

de ce carré. Ceci permettrait d'éliminer les biais susceptibles d'être induits en prélevant seulement sur la partie la plus favorisée ou la plus défavorisée de la parcelle.

Une certaine hétérogénéité a pu être observée au niveau des parcelles de la culture d'arachide.

7.4.3. Analyse des résultats

L'examen du tableau 10 nous indique, que nous ne distinguons pas d'effet significatif des traitements, dès leur première année d'application, sur les différentes variables mesurées.

Tableau 10 : Etude des effets de mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse sur la culture de mil

Traitement	Nombre d'épis	Nombre d'épis remplis	Nombre d'épis vides	Poids de paille (kg)	Poids d'épis secs (kg)	Poids de grains (g)
T1	40.0	28.5	11.5	2.00	0.89	631.8
T2	37.5	29.2	8.3	1.95	0.69	489.6
T3	32.2	26.0	6.2	1.85	0.78	548.4
T4	39.7	30.7	9.0	2.07	0.99	615.4
T5	39.7	31.0	8.7	2.40	1.05	650.8
T6	39.5	26.2	13.3	2.07	0.91	562.4
Moyenne	38.1	28.6	9.5	2.06	0.88	583.1
C.V.	29.2%	34.1%	50.1%	22.20%	40.71%	38.7%
Effet	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Newman-Keuls.

C.V. : Coefficient de variation.

ns : Non significatif au seuil de 5%.

Le coefficient de variation de certaines des variables est très élevé : celui, par exemple du nombre d'épis vides est de 50% et celui du poids d'épis secs atteint 40% environ.

La puissance de l'essai est faible : avec un coefficient de variation de l'ordre de 40% et un risque de 1^{ère} espèce de 5%, des écarts de 20% entre les moyennes ne sont mises en évidence que dans 6 cas sur 100 environ.

Concernant la culture d'arachide, nous notons un effet hautement significatif des traitements sur le poids de gousses monograines et le poids de fanes ainsi qu'un effet significatif sur le poids de cent gousses monograines. Nous n'observons pas de différences significatives entre les moyennes des variables poids de fane et gousses, poids de gousses, poids de gousses bigraines et poids de cent monograines (Tableau 11).

Tableau 11: Etude des effets de mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse sur la culture d'arachide

Traitement	Poids fane et gousse (kg)	Poids gousses (g)	Poids gousses bigraines (g)	Poids gousses monograines (g)	Poids de 100 monograines (g)	Poids de 200 bigraines (g)	Poids fane (kg)
T1	4.28	1350.4	972.3	273.1 ab	38.6 ab	71.4	3.68 a
T2	4.99	1874.8	1328.8	333.7 a	40.7 a	66.4	3.12 ab
T3	3.46	1303.9	835.3	177.3 b	36.2 ab	65.5	2.20 c
T4	5.08	1698.3	1291.6	269.5 ab	39.4 a	75.0	3.38 ab
T5	4.43	1873.3	1117.5	247.4 ab	31.8 b	68.4	2.56 bc
T6	4.63	1348.8	1063.2	228.3 b	35.2 ab	66.9	3.53 a
Moyenne	4.48	1574.9	1101.4	254.9	37.0	68.9	3.08
C.V.	27.05%	35.4%	28.68%	18.3%	9.2%	12.7%	14.8%
Effet	ns	ns	ns	**	*	ns	**

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Newman-Keuls.

C.V. : Coefficient de variation.

ns : Non significatif au seuil de 5%. *, ** : Significatif au seuil de 5% et 1 % respectivement.

7.4.4. Analyse du rapport d'activité (13)

Le rapport présente une description détaillée des objectifs expérimentaux, du matériel utilisé et de la conduite de l'expérience.

A plusieurs reprises, après avoir déclaré que les différences observées ne sont pas significatives, il est fait état de différences dites arithmétiques entre les traitements. Ceci constitue une erreur d'interprétation des résultats issus d'une analyse statistique des données. Nous devons insister sur le fait que la question posée n'est pas de savoir s'il existe des différences entre les moyennes mais plutôt s'il existe des différences assez substantielles entre les moyennes pour être attribuées à un effet des traitements.

Nous ne pensons pas que des coefficients de variation comprises entre 22,2 % et 50,07 % reflètent la bonne conduite de l'expérience.

7.4.5. Synthèse

Le protocole expérimental ne mentionne pas le plan d'échantillonnage des plants et de sol. Pour assurer la validité des conclusions d'une étude par échantillonnage, la planification doit être rigoureusement réalisée et résumée dans le protocole.

La faible puissance a priori de l'essai est à souligner. Sur la série mil, aucune différence significative n'a été observée entre les différentes moyennes des traitements. Nous nous demandons, en examinant la valeur des coefficients de variation, si cet essai n'a pas subi un problème particulier lors de sa réalisation.

Nous devons signaler que lorsque des différences entre les moyennes des traitements ne sont pas significatives, il n'y a pas de sens à chercher à les discriminer.

7.5. *Étude de l'impact économique des technologies relatives à la production du niébé*

7.5.1. Analyse du protocole

L'étude se fixe trois objectifs :

- faire l'inventaire des technologies relatives à la culture du niébé,
- mesurer les taux d'adoption des différentes technologies relatives à la culture du niébé,
- analyser l'impact économique de la recherche et de la vulgarisation sur la production de niébé au Sénégal.

Ces objectifs ne sont pas classés par ordre de priorité.

Le protocole d'étude prévoit, pour atteindre ces objectifs, que des enquêtes devraient être menées auprès des producteurs, des agents de vulgarisation et des chercheurs alors qu'il ne porte que des informations relatives à l'enquête à réaliser auprès des producteurs. Pour cette dernière, dix villages seront choisis sur la base de trois critères ; la méthode de sondage, la répartition de ces villages à choisir au sein des classes (groupes) qui seront ainsi formées ainsi que l'unité d'observation ne sont pas précisées. La taille de l'échantillon de villages n'est pas fixée en fonction de la précision souhaitée des résultats à obtenir.

7.5.2. Suivi de l'étude

Le protocole, ainsi présenté, nous laisse comprendre que toutes les exploitations d'un village choisi seraient interrogées. Le chercheur réalisant menant l'étude nous a indiqués qu'en fait seulement cinq exploitations seraient concernées par village. Il n'y a aucun critère rigoureux de détermination du nombre d'exploitations à sonder par village.

Dans un tel cadre d'étude, où l'appartenance d'un village donné à l'un des trois groupes qui ont été déterminés sera prise en considération, il peut être envisagé de procéder, avec un taux de sondage uniforme, à un échantillonnage de villages à l'intérieur de chacun des groupes. Mais considérant d'une part le nombre élevé de villages du groupe caractérisé par l'absence de tout encadrement ayant trait à la production de niébé (2900) et d'autre part le nombre escompté de villages à enquêter (10), nous avons signalé une inadéquation entre l'objectif de l'étude et le coût de l'enquête. Ainsi, nous avons suggéré de revoir les objectifs : on pourrait, par exemple, ne s'intéresser qu'aux deux autres groupes caractérisés par :

- l'intervention de l'ONG Vision Mondiale,
 - l'expérience dans la conduite des essais Mini Kit,
- qui ont des effectifs de 65 et 11 villages respectivement.

Cette proposition ne convenant pas au chercheur réalisant cette étude, la répartition des villages à sélectionner s'est faite comme suit :

- intervention de l'ONG Vision Mondiale : 8 villages
- expérience dans la conduite des essais Mini Kit : 2 villages
- absence de tout encadrement ayant trait à la production de niébé : 8 villages.

Dans chacun des villages sélectionnés, 6 chefs de concession ont été interrogés ; les choix des villages et des concessions à l'intérieur d'un village étant aléatoires. Ainsi, le taux de

sondage n'est ni proportionnel à la taille de chacun des groupes ni établi en fonction d'un critère spécifique comme l'optimisation de la précision des estimations à budget d'enquête fixé.

7.5.3. Analyse des résultats

L'enquête a permis de relever les superficies emblavées en niébé et emblavée en variété améliorée de niébé par les concessions sélectionnées. Ainsi au niveau de chacun des villages, le taux d'adoption des variétés améliorées de niébé sera donné par le rapport des superficies totales emblavées en variété améliorée sur celles emblavées en niébé. Le taux d'adoption moyen pour un groupe de villages correspond à la moyenne des différents taux de chacun des villages sélectionnés au sein du groupe.

Tableau 12 : Taux d'adoption des variétés améliorées de niébé

Villages	Taux d'adoption moyen (%)	Ecart-type
Intervention Vision Mondiale	4,7	6,6
Expérience Mini Kit	7,6	7,9
Absence d'encadrement	1,2	3,3

Le tableau 12 nous indique les taux d'adoption moyens ainsi que leur écart-type : ces taux sont assez faibles et les écarts-types considérables.

Le procédé de calcul de ces taux soulève des questions relatives à leur définition. En effet, le taux d'adoption en variété améliorée au niveau d'un village étant donné par le rapport de deux superficies, le taux d'adoption moyen au niveau d'un groupe de villages devrait correspondre aussi à un rapport de superficies.

7.5.4. Analyse du rapport d'activité

Le rapport d'activité de recherche ne nous a pas été fourni.

7.5.5. Synthèse

La validité des conclusions issues d'une étude par sondage ainsi que l'extrapolation éventuelle des résultats reposent sur la rigueur de la planification de l'étude.

Les objectifs de l'étude doivent être clairement précisés, classés par ordre d'importance s'il y a lieu et les variables à mesurer bien définies. La taille de l'échantillon doit être fixée en fonction de la précision attendue des résultats.

Le protocole d'étude n'indique ni la méthode d'échantillonnage ni l'unité d'observation.

7.6. *Évaluation de l'efficacité d'un itinéraire technique par la méthode du diagnostic de l'élaboration du rendement : Application à la fertilisation de l'arachide en milieu paysan*

7.6.1. Analyse du protocole

L'objectif de ce réseau de 15 essais disposés en split plot n'est pas très précis ; en effet il n'est pas fait clairement mention de l'étude du facteur variété parmi les objectifs alors que l'essai tel qu'il est disposé s'intéresse bien, ne serait-ce que dans une moindre mesure, à ce facteur. Pour plus de clarté dans la présentation du protocole, il est préférable de ne pas inclure, sous la rubrique intitulée « Dispositif expérimental », les sous-rubriques « Objets en comparaison » et « Situation de fertilité ».

Le plan d'expérience est un réseau d'essais disposés en split plot. Le choix de ce dispositif paraît judicieux : en effet, d'après les objectifs fixés, l'expérimentateur s'intéresse plus particulièrement à l'un des deux facteurs étudiés (la fumure).

Le nombre de paysans retenus et le nombre de blocs par champ ne sont pas fixés en fonction de la puissance a priori de l'essai.

Le lieu d'implantation de l'essai n'est pas clairement indiqué par le protocole.

Des placettes de 2 m² seront prélevées pour l'étude de la production de biomasse. Le plan de prélèvement n'est pas établi.

7.6.2. Suivi de l'essai

L'expérience a été réalisée en définitive au niveau de 14 champs ; en effet un des paysans n'a pas semé son champ comme prévu. Ceci devrait nous édifier sur l'importance d'établir des critères rigoureux de sélection des paysans devant participer à une expérimentation en milieu réel.

Nous avons noté, pour ce réseau d'essais implanté à Ndiakane, dans le département de Bambey, une certaine variation du nombre de lignes par parcelles élémentaires d'un même champ et entre les champs. Une différence de densité entre les parcelles recevant la variété Fleur 11 et celles recevant la variété 55-437 a pu être constatée, ce qui constitue une source supplémentaire de variabilité. Elle s'expliquerait par la différence entre la taille des graines des deux variétés, le même semoir étant utilisé pour les deux variétés. Ceci constitue une des difficultés ou contraintes pratiques de l'expérimentation susceptibles d'être rencontrées en milieu réel.

7.6.3. Analyse des résultats

Nous présentons ci-dessous les résultats de l'analyse de la variance combinée des variables de production de gousses et de fanes (Tableau 13).

L'interaction Variété*Essai est non significative pour la variable poids de fanes. Ainsi, l'effet variétal sera testé par rapport à la résiduelle pondérée (résiduelle 2) : nous notons un effet variétal très hautement significatif. L'interaction entre la variété et la fumure n'est pas significative au seuil de 5% et nous n'observons pas d'effet de la fumure sur le poids de fanes.

Tableau 13 : Analyse combinée des variables poids de gousses et poids de fanes

SOURCE	ddl.	Poids gousses			Poids fanes		
		F test	Effet.	C.V. %	F test	Effet	C.V. %
Essai	13	8.15	***		23.49	***	
Résiduelle 1	28	2.57		17.7	1.13		12.3
Var	1	3.33	ns		34.75	***	
Var*Essai	13	5.08	***		1.98	ns	
Résiduelle 2	28	0.77		15.6	1.21		16.3
Fum	1	1.23	ns		1.00	ns	
Fum*Essai	13	0.77	ns		0.56	ns	
Var*Fum	1	3.10	ns		3.33	ns	
Var*Fum*Essai	13	6.38	***		2.14	*	
Résiduelle	56			25.1			20.9

Var : Variété ; Fum : Fumure ; ddl : degré de liberté ; C.V. : Coefficient de variation ;
 ns : Non significatif au seuil de 5% ; * : Significatif au seuil de 5% ; *** : Significatif au seuil de 0.1 %.

Pour la variable poids de gousses, les interactions Variété*Essai et Variété*Fumure*Essai sont très hautement significatives : ce qui revient à dire que les différences entre variétés ainsi que les différences entre les différents niveaux de l'interaction Variété*Fumure sont fortement influencées par certaines caractéristiques liées au champ. Dans un tel contexte, il est intéressant de décomposer l'interaction en ces principales composantes ou contrastes utiles et procéder à une évaluation de l'effet de chacune d'entre elles (14). En effet, une enquête agronomique menée en 1995 permet de classer les différents champs suivant leur niveau de fertilité (faible, moyen, élevé) et l'interaction Variété*Fumure peut se décomposer en quatre composantes :

- Fleur 11 sans fumure,
- Fleur 11 avec fumure,
- 55-437 sans fumure,
- 55-437 avec fumure.

Ainsi l'effet Variété*Fumure*Essai peut par exemple être décomposé en différents effets principaux correspondant aux interactions entre chacune des quatre composantes de l'interaction Variété*Fumure et chacun des trois niveaux de fertilité (6).

Le modèle statistique considéré lors de l'analyse des résultats correspond à un modèle d'analyse de la variance avec effets fixes alors que l'effet bloc d'un champ donné est aléatoire. De plus, si les 14 champs sont censés représenter le village de Ndiakane ou une zone plus large donnée, l'effet champ devrait aussi être aléatoire. Ainsi le modèle statistique correspondant est le modèle d'analyse de variance à effets mixtes. Nous signalons toute l'importance à devoir accorder à ces notions d'effets fixes ou aléatoires lors de l'interprétation et la généralisation des résultats de l'analyse.

7.6.4. Analyse du rapport d'activité (15)

Les tableaux des résultats sont bien présentés avec chaque fois le sens des abréviations utilisés et les principaux éléments nécessaires à la lecture des tableaux.

Contrairement à ce qui est indiqué sur le tableau présentant les résultats de l'analyse de variance combinée des variables densité à la récolte, production de fanes et production de gousses, l'effet lieu est significatif pour la première variable et très hautement significatif pour les deux dernières variables. Cet effet est testé par rapport à la résiduelle Essai*Bloc qui ne figure pas sur le tableau. La source de variation due à l'interaction Variété*Essai*Bloc étant une résiduelle pondérée, il n'y a alors aucun sens à tester son effet.

7.6.5. Synthèse

Le choix du dispositif expérimental paraît conforme au but de l'expérience. Le plan de prélèvement de biomasse est absent dans le protocole.

La réussite d'un essai en milieu réel passant par une bonne association entre l'agriculteur et l'équipe de recherche, le choix des paysans à inclure dans l'expérimentation doit être judicieux. Les paysans choisis constituant en fait un échantillon de paysans, La taille de l'échantillon et les modalités du choix doivent être indiqués. La généralisation éventuelle des résultats sera fortement influencée par la représentativité de l'échantillon sélectionné.

7.7. *Recherche de mécanismes de résistance à la sécheresse chez des variétés locales de mil des régions de Diourbel et de Thiès*

7.7.1. Analyse du protocole

Le protocole d'expérience indique que le dispositif envisagé correspond à un dispositif en blocs complètement randomisés avec 10 variétés et trois répétitions. Le nombre de répétition n'est pas établi en fonction d'une certaine précision attendue des résultats.

Le nombre de lignes de bordure n'est pas indiqué sur le protocole. La liste des paramètres à observer telle qu'elle est présentée pourrait prêter à confusion : en effet, sans les précisions complémentaires du chercheur réalisant l'étude, nous pouvons comprendre, par exemple, que la hauteur de toutes les plantes d'une parcelle serait mesurée. Le chercheur concerné nous a indiqué que les mesures de la hauteur des plantes et de la longueur des épis se feront seulement sur cinq plants par parcelle. Le plan d'échantillonnage n'est pas indiqué. L'observation du plan de l'essai nous fait noter que les blocs sont relativement allongés, ce qui ne devrait pas être le cas en l'absence d'information sur l'hétérogénéité du site. En effet s'il existe par exemple un gradient de fertilité dans le sens de la longueur des blocs, cette disposition des blocs ne permettrait pas de bien contrôler la variabilité induite par ce gradient.

7.7.2. Suivi de l'essai

Une bordure de protection a été mise en place seulement sur un des côtés de la parcelle expérimentale.

Une forte attaque d'insectes a nécessité de procéder à des repiquages et nous avons relevé un retard sensible au niveau du stade de développement physiologique des plants repiqués. L'attaque de la part des insectes est plus prononcée sur une des parcelles de l'essai.

7.7.3. Analyse des résultats

L'effet variétal sur le poids de mille grains est très hautement significative et des différences significatives sont notées entre les moyennes des rendements des différentes variétés (Tableau 14). Nous ne distinguons pas, au niveau de risque 5%, de différences assez consistantes entre les moyennes pour pouvoir être attribuées à un effet de la variété sur la production de matière sèche .

Le test de Newman et Keuls, au seuil de 5%, nous permet d'avancer que la variété PLS 94 produit un meilleur rendement que les variétés PLS 171 et PLS 115 et que la variété IBV 8004 donne un poids de mille grains significativement supérieure à toutes les autres variétés exceptée la PLS 129.

Dans le cadre précis de cette étude, où nous avons une variété témoin (IBV 8004), le test de Dunnet pourrait être mieux adapté à nos objectifs (8). En effet, ce test de comparaison de moyennes ne considère pas, comme c'est le cas avec celui de Newman et Keuls, toutes les variétés sur le même plan. Dunnet nous permet de procéder à une comparaison de chacune des variétés avec la variété de référence considérée. Ainsi, d'après le tableau 15, les variétés PLS 176, PLS 107, PLS 170, PLS 115, PLS 171, PLS 144 et PLS 112 produisent en moyenne un poids de mille grains significativement moins élevé que celui produit par IBV 8004. Les autres variétés (PLS 129 et PLS 94) ne diffèrent pas considérablement du témoin selon ce critère. Nous notons, de plus, que la variété IBV 8004 produit en moyenne un rendement significativement plus élevé que ceux des variétés PLS 171 et PLS 115 (Tableau 16) et qu'aucune des variétés n'a, au seuil de 5%, un rendement moyen supérieur à celui du témoin.

Le tableau 17 nous permet de noter la très faible puissance du test de comparaisons des moyennes des rendements des différentes variétés : avec un risque d'erreur de 5%, nous avons a priori que 6% de chances de déclarer significatifs des écarts de près de 160 Kg/ha entre les moyennes des rendements.

7.7.4. Analyse du rapport d'activité (16)

Après une description détaillée du matériel utilisé et des observations réalisées, le rapport présente l'analyse des résultats obtenus. Mais des éléments nécessaires à l'évaluation des résultats présentés tels que les coefficients de variation des différentes variables sont absents.

Nous avons noté dans l'interprétation de ces résultats que l'on procédait souvent à un classement de variétés déclarées auparavant non différentes selon un certain critère.

Lorsqu'à l'issue d'un test d'égalité des moyennes, l'hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée, nous pouvons utiliser un test de comparaisons des moyennes afin de constituer des groupes homogènes de moyennes. Nous devons alors plus nous intéresser à la composition des divers groupes qu'au nombre de groupes. Lorsqu'un groupe est déclaré homogène par le test de Newman et Keuls, nous ne devons pas classer les divers traitements constituant ce groupe.

7.7.5. Synthèse

La puissance a priori de l'essai est très faible. Par exemple, nous avons noté pour le rendement, qu'au seuil de 5%, des écarts de 10% entre les moyennes des traitements ne sont significatifs que dans 6% des cas. Pourtant son coefficient de variation (18%) n'est pas aussi élevé et les écarts entre les moyennes sont quelquefois assez importants ; il nous semble ainsi que le nombre élevé de traitements ainsi que la disposition des blocs expliqueraient pour une bonne part cette faible valeur de la puissance. En effet avec 10 variétés à étudier, nous devons nous demander si la taille des blocs pourrait rester dans des proportions raisonnables pour assurer l'homogénéité au sein des blocs.

Il n'est pas toujours justifié de procéder à toutes les comparaisons de moyennes en utilisant le test de Newman et Keuls. La méthode de Dunnett qui nous permet de comparer les différentes variétés à la variété témoin pourrait mieux convenir à nos objectifs. Ainsi cette méthode nous permet de noter que les variétés PLS 94, PLS 144, PLS 176, PLS 170, PLS 129, PLS107 et PLS 112 ont un rendement moyen qui n'est pas significativement différent du témoin. PLS 171 et PLS 115 produisent un rendement moyen significativement inférieur au rendement moyen produit par IBV 8004.

Nous ne devons pas procéder à une classification des différentes moyennes appartenant à un même groupe homogène, c'est à dire un groupe de moyennes qui ne sont pas significativement différentes entre elles.

Tableau 14 : Effets des variétés sur le rendement, le poids de 1000 grains et le poids de matière sèche

Variété	Rendement (kg/ha)		Poids 1000 grains		Poids matière sèche
PLS 94	2070.00	a	7.23	b	15.03
PLS 107	1582.00	ab	7.10	b	17.37
PLS 112	1373.67	ab	6.63	b	14.37
PLS 115	1166.33	b	6.93	b	14.27
PLS 129	1611.67	ab	7.87	ab	15.43
PLS 144	1799.67	ab	6.87	b	18.50
PLS 170	1615.00	ab	6.97	b	17.70
PLS 171	1210.33	b	6.90	b	15.40
PLS 176	1738.00	ab	7.13	b	16.43
IBV 8004	1922.67	ab	8.37	a	14.77
Moyenne	1608.93		7.20		14.0
C.V.	17.9		6.4		15.93
Effet	*		***		ns

Les moyennes suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test de Newman-Keuls.

C.V. : Coefficient de variation.

ns : Non significatif au seuil de 5%. * : Significatif au seuil de 5%. *** : Significatif au seuil de 0.1 %.

Tableau 15 : Comparaison des variétés avec le témoin¹ selon le poids de 1000 grains

IBV 8004	PLS 129	PLS 94	PLS 176	PLS 107	PLS 170	PLS 115	PLS 171	PLS 144	PLS 112
8.37	7.87	7.23	7.13	7.10	6.97	6.93	6.90	6.87	6.63
Témoin			< Témoin						

PPES² = 1.13

Tableau 16 : Comparaison des variétés avec le témoin¹ selon le rendement

PLS 94	IBV 8004	PLS 144	PLS 176	PLS 170	PLS 129	PLS 107	PLS 112	PLS 171	PLS 115
2070.00	1922.67	1799.67	1738.00	1615.00	1611.67	1582.00	1373.67	1210.33	1166.33
Témoin								< Témoin	

PPES² = 702.57

Tableau 17 : Puissance du test de comparaison des moyennes des rendements

ECARTS		RISQUE de 1ere ESPECE	
		5%	10%
en %	V.Absolue	PUISSANCE A PRIORI	
5.00%	80.45	5%	10%
10.00%	160.89	6%	12%

¹ Comparaisons par la méthode de Dunnet

² Plus petit écart significatif

7.8. Tests d'adaptation de variétés d'arachide introduites de l'ICRISAT

7.8.1. Analyse du protocole

Le protocole expérimental ne contient pas de partie intitulée Objectifs. Il nous est seulement indiqué, comme justificatifs de l'expérience, qu'il s'agit d'évaluer le comportement de lignées introduites afin de mieux cerner leur aire d'adaptation. Nous ne savons pas comment sera évalué ce comportement des lignées.

L'expérience sera disposée en lattices carrés 4*4 sur deux sites (Bambey et Nioro). Nous distinguons, dans la partie intitulée Matériel végétal, certaines colonnes indiquant vraisemblablement les numéros des diverses parcelles auxquelles les traitements sont affectés. Pour plus de clarté dans la présentation, ces colonnes devraient se trouver sous une rubrique différente. De plus, cette randomisation ne nous semble pas adéquate ; dans un dispositif en lattices, une unité expérimentale est relative à un bloc d'une réplique donnée.

Il nous semble aussi que la même randomisation est valable pour les deux sites. Ce serait une erreur que d'utiliser la même randomisation sur les deux sites.

L'utilisation d'un témoin différent suivant le site soulève certaines questions relatives à l'analyse entre sites qui ne semblent pas être convenablement prises en considération dans la planification de l'expérience. L'utilisation de témoins différents selon le site peut être par exemple nécessaire lorsque l'objectif consiste à comparer sur chaque site de nouvelles variétés au témoin local. Mais dans ce cas, il faudrait en prendre compte lors de l'analyse des résultats en étudiant non pas la variable mesurée au niveau de chaque parcelle, mais plutôt la variable résultant de la différence, au niveau de chaque répétition, entre la valeur prise par la variable sur une parcelle donnée et la valeur de la même variable prise sur la parcelle témoin.

7.8.2. Suivi de l'essai

Cette expérimentation a seulement été réalisée à la station de Nioro. Nous n'avons pas procédé à une visite de ce site.

7.8.3. Analyse des résultats

Les résultats de l'expérimentation ne nous ont pas été fournis. Ainsi, nous n'avons pas procédé à l'analyse de ces résultats.

7.8.4. Synthèse

Nous devons insister sur le fait que pour un dispositif sur différents sites, la randomisation est effectuée de manière indépendante pour chacun des sites.

Le contrôle de la variabilité dans un dispositif en lattices nécessite de constituer des répliques et des blocs les plus homogènes possible.

8. ANALYSE SYNTHETIQUE

Nous avons eu à soulever, dans le chapitre précédent, un certain nombre de remarques et critiques. Nous nous proposons, à présent, de revenir sur les principales en insistant sur l'importance de chacune d'entre elles, après les avoir classées par thème comme suit :

8.1. *La planification expérimentale*

Tomassone (17) définit une planification expérimentale de qualité comme la façon de fournir l'effort expérimental (nombre de répétitions) minimum pour la meilleure précision, en d'autres termes le moyen d'obtenir des résultats précis au moindre coût. Nous mesurons dès à présent toute l'importance à devoir accorder à l'étape de la planification expérimentale dans le processus de recherche.

Après une étude bibliographique permettant de procéder à l'état des connaissances sur le thème de recherche projeté, l'expérimentateur doit définir lors de la planification de son expérience divers éléments dont les principaux nous semblent devoir être :

8.1.1. La définition de l'objectif expérimental

L'objectif des expérimentations suivies n'était pas chaque fois clairement défini. Une expérience étant mise en place pour répondre à un certain objectif, il est nécessaire que cet objectif soit défini de manière claire et concise. Les diverses questions auxquelles l'expérience devrait répondre doivent être formulées sans ambiguïté et classées par ordre d'importance lorsque l'objectif de l'expérience est multiple (18).

8.1.2. La définition des facteurs à étudier

Nous appelons facteur un ensemble d'éléments de même nature dont nous voulons étudier l'influence sur une certaine variable : chacun de ces éléments est un niveau du facteur. Nous appelons traitement un niveau d'un facteur ou une combinaison de niveaux de différents facteurs. La nature des facteurs à étudier doit être définie avec précision ; le nombre de facteurs ainsi que le nombre de niveaux de chacun d'entre eux doivent être clairement déterminés (12).

8.1.3. La définition des conditions expérimentales

Les résultats d'une expérience peuvent être fortement influencés par les conditions expérimentales. Les conditions expérimentales peuvent être par exemple dans le domaine végétal le site d'implantation de l'expérience (en station, en milieu paysan), les sources d'hétérogénéité potentielles sur le site (existence de gradient de fertilité ou de salinité), le précédent cultural, les techniques culturales etc.

8.1.4. La définition des unités expérimentales

L'unité expérimentale est l'élément recevant le traitement. Suivant le cas considéré, elle peut être une parcelle, un groupe d'arbres, un arbre, une feuille, un lot d'animaux. Nous concevons facilement l'intérêt d'une définition précise de la nature, la forme et la taille de

l'unité expérimentale lors de la planification. Le nombre d'unités expérimentales devra aussi être précisé.

8.1.5. La définition des mesures et observations à réaliser

Il est bien évident que la nature des mesures ou observations à réaliser est étroitement liée à l'objectif expérimental. Les méthodes et analyses statistiques porteront sur ces dernières et de ce point de vue il est important de réaliser ces mesures ou observations avec le plus grand soin. Lorsqu'une observation devra être réalisée par échantillonnage, le plan d'échantillonnage doit être défini avec toute la précision requise. Aucun des protocoles expérimentaux étudiés ne fait clairement mention d'un plan d'échantillonnage précis.

8.1.6. Le choix du dispositif expérimental

Le choix du dispositif expérimental se fait en fonction de l'objectif projeté, de la structure et du nombre de facteurs à étudier et des conditions ou contraintes expérimentales. La procédure de randomisation s'applique de façon différente selon le dispositif choisi.

Nous avons constaté une utilisation fréquente du dispositif en blocs complets. Philippeau (19) attire notre attention sur le fait que « ce serait vite une erreur que de vouloir systématiquement disposer un essai en blocs : l'absence de source d'hétérogénéité ferait perdre des degrés de liberté à la variation résiduelle qui ni serait pas compensée par une diminution de celle-ci ».

8.1.7. La détermination du nombre de répétitions

L'étude réalisée nous a souvent permis de noter le manque de critères objectifs dans la détermination du nombre de blocs et du nombre de sites d'un essai multilocal. Le nombre de répétitions devrait être déterminé par la précision des résultats que l'on veut obtenir avec une certaine probabilité en fonction de l'objectif de recherche poursuivi et de la variabilité du matériel expérimental à utiliser. Nous pouvons utiliser des résultats expérimentaux antérieurs ou organiser des essais préliminaires pour avoir une idée a priori de la variabilité du matériel expérimental (12).

Ces divers éléments passés en revue constituent les principaux points du protocole expérimental. Notons qu'il peut être fort utile d'envisager dès l'étape de la planification, la méthode adéquate d'analyse statistique des données qui seront collectées. Les principaux facteurs susceptibles d'orienter ce choix sont l'objectif poursuivi, la nature des données à analyser et les propriétés des méthodes statistiques à utiliser (20).

8.2. *La planification des enquêtes*

L'étude des enquêtes nous permet de constater qu'elles ne répondent pas toujours à toute l'exigence et la rigueur requises.

La réalisation d'une enquête par sondage consiste à collecter une information sur une partie (échantillon) d'une population afin qu'à partir de l'agrégation des réponses des individus constituant l'échantillon, d'extrapoler l'information à l'ensemble de la population visée. Toute extrapolation étant entachée d'erreur nous devons procéder de manière à réduire le plus

possible cette part d'erreur. Pour cela la planification d'une enquête devrait être conduite avec rigueur et comporter au moins les étapes suivantes (7) :

8.2.1. La définition des objectifs

Comme pour l'expérimentation, les objectifs d'une enquête devront être explicites, classés par ordre d'importance et formulés si possible sous forme de questions précises.

8.2.2. La définition de la population à étudier

La population est généralement définie comme l'ensemble du domaine auquel on s'intéresse. Un soin particulier doit être apporté à la définition de cette population. Nous pouvons par exemple nous intéresser à l'ensemble des habitants d'une région donnée, l'ensemble des personnes exerçant une activité bien précise sur une zone donnée etc..

8.2.3. La définition des variables à mesurer

Les variables à mesurer doivent être définies sans ambiguïté. La formulation exacte des variables ainsi que la précision souhaitée des estimateurs doivent être précisée.

8.2.4. La définition de l'unité de sondage et de l'unité d'observation

L'unité de sondage est l'élément susceptible d'être sélectionné au terme du processus de tirage de l'échantillon. L'unité d'observation est celle sur laquelle nous collecterons l'information qui nous intéresse. L'unité de sondage peut être par exemple un chef de village ou de concession et l'unité d'observation un habitant du village ou un membre de la concession. Il arrive que ces deux notions coïncident.

8.2.5. La détermination de la taille de l'échantillon

La détermination de la taille de l'échantillon se fait en fonction des objectifs à atteindre, de la précision des résultats à obtenir et du coût prévu de l'enquête. Ainsi, la détermination de la taille de l'enquête en fonction de ces critères exige une certaine connaissance de la variabilité des variables à mesurer.

8.2.6. Le choix de la méthode de sondage

Les méthodes de sondage sont variées. Le choix de l'une d'entre elles doit obéir à des considérations de biais et de variance des estimateurs, de coût de l'enquête et de disponibilité d'information a priori adéquate.

Le résumé de ces principales étapes de la planification de l'enquête devrait être inscrit sur le protocole d'enquête.

La mauvaise conception du questionnaire entraîne des erreurs souvent très difficiles à corriger. La rédaction du questionnaire exige un grand soin. Il peut être utile d'inclure le questionnaire au protocole et de procéder à un test de ce questionnaire avant la réalisation effective de l'enquête.

8.3. Réalisation pratique des expérimentations

8.3.1. Bordures et allées

Nous avons pu noter que la présence des bordures n'était pas toujours mentionnée sur les protocoles. Pour certains essais, l'absence de bordures entre les parcelles a pu être constatée alors que leur absence est susceptible d'introduire des biais (effets de compétition). Une largeur très importante des allées peut aussi induire des biais en ce sens que les plants proches des allées sont moins sujets au phénomène de compétition entre plants.

8.3.2. Randomisation

Des erreurs ont été constatées dans les procédures de randomisation des dispositifs en lattices. La procédure de randomisation qui garantit l'indépendance des erreurs résiduelles en éliminant les biais qui peuvent être induits par une mauvaise répartition des objets à comparer, s'applique de façon différente selon le dispositif choisi. Cette procédure doit être effectuée de manière indépendante au niveau de chacun des sites d'un essai multilocal.

8.3.3. Forme et taille des blocs

La disposition en blocs permet, lorsqu'elle est judicieusement réalisée, de contrôler les sources d'hétérogénéité. Nous devons souligner que ce dispositif n'est efficace, c'est à dire permet de gagner en précision, que dans la mesure où les blocs sont homogènes, la variabilité au sein d'un bloc est comparable pour tous les blocs et les blocs sont suffisamment différents pour que la variabilité entre les blocs soit supérieure à la variabilité au sein d'un bloc (21). Ainsi lorsque nous disposons d'une certaine connaissance de la direction du gradient d'hétérogénéité, nous devons orienter les blocs perpendiculairement à ce gradient.

En l'absence d'information précise sur l'hétérogénéité du terrain, nous chercherons, si toutefois le dispositif en bloc s'impose, à disposer de blocs aussi carrés que possible.

Mais ces considérations pratiques sont difficiles à prendre en compte lorsque nous devons établir un plan précis de l'essai sans connaître a priori la parcelle sur laquelle l'essai sera implanté.

La taille des blocs est un facteur évident d'hétérogénéité au sein des blocs ; nous devons chercher à garder cette taille dans des proportions raison. Avec un nombre élevé de traitements, la solution pour ne pas dépasser une certaine taille des blocs peut consister à disposer de blocs incomplets, c'est à dire de blocs dans lesquels nous ne retrouvons qu'une certaine partie des traitements.

8.4. Analyse des résultats

8.4.1. Validation des hypothèses de l'analyse de la variance

Le modèle d'analyse de la variance repose sur les hypothèses suivantes :

- indépendance des résidus,
- normalité des résidus,
- égalité de la variance des résidus,
- additivité des effets traitements et blocs (pour un dispositif en blocs).

Il est alors nécessaire de procéder à la vérification de ces différentes hypothèses pour s'assurer de la validité du modèle établi et ainsi de l'interprétation des résultats. Dans le cas où ces suppositions ne sont pas satisfaites, différentes alternatives se présentent. Nous pouvons par exemple procéder à une transformation de variables en vue de se ramener au cas où l'analyse de la variance soit applicable ou avoir recours à des méthodes statistiques non paramétriques.

8.4.2. Données de comptage

L'analyse des données de comptage nécessite une attention particulière. La distribution d'une variable issue d'un dénombrement est souvent proche d'une loi de Poisson et celle d'une variable donnée par un pourcentage est voisine d'une loi binomiale. Ainsi le modèle d'analyse de la variance n'est généralement pas adapté à ces types de données. Le modèle linéaire généralisé, qui est basé sur une théorie statistique relativement moderne, est mieux indiqué pour l'analyse de ces variables.

8.4.3. Comparaisons de moyennes

Lorsqu'à l'issue d'un test d'égalité des moyennes, nous sommes amenés à rejeter cette hypothèse, il est intéressant de définir les différences entre ces moyennes. Différentes méthodes de comparaison de moyennes existent, mais nous avons noté une utilisation systématique du test de comparaison multiple de Newman et Keuls. Nous devons insister sur le fait que le test de Newman et Keuls est une méthode de comparaison des moyennes deux à deux et en ce sens, en procédant à ce test, nous admettons implicitement que toutes les comparaisons ont le même intérêt. Dans certaines conditions, il peut être plus opportun, selon nos objectifs d'étude, de comparer les moyennes des nouveaux traitements à celle du traitement de référence (méthode de Dunnet) ou de comparer des groupes particuliers de moyennes des traitements (méthode des contrastes).

8.4.4. Modèle mixte

Un facteur est dit aléatoire, par opposition à un facteur fixe, lorsque ses différents niveaux sont déterminés par un choix aléatoire parmi un ensemble de niveaux possibles. Le modèle mixte correspond à un modèle statistique avec à la fois des facteurs fixes et des facteurs aléatoires (22). Le facteur fumure, par exemple, dont les niveaux correspondent à 2 types bien déterminés de fumures est fixe et le facteur sol dont les niveaux correspondent à deux types de sols sélectionnés parmi les différents types d'une région donnée est aléatoire. Le modèle adéquat pour décrire une expérience dont le but est de tester l'effet de la fumure sur les

différents types de sols de cette région est dans ce cas mixte. Dans un dispositif en blocs, le facteur bloc peut être considéré suivant le cas comme fixe ou aléatoire.

Nous avons noté que ces dernières considérations n'étaient pas toujours convenablement prises en compte dans l'analyse des résultats de recherche alors qu'elles influent fortement sur l'interprétation des tests hypothèses et la généralisation des résultats.

Le modèle mixte, en incorporant la structure de la variance dans l'expression des estimateurs des effets fixes, nous permet de nous affranchir des hypothèses sur la variance. En ce sens, son adoption permet, dans plusieurs situations, d'améliorer la sensibilité des tests à réaliser. Nous devons signaler à cet effet que de plus en plus de revues spécialisées en agronomie exigent, comme condition pour la publication de certains articles, l'utilisation du modèle mixte.

9. MOYENS DISPONIBLES ET BESOINS IDENTIFIES

L'étude des expérimentations et enquêtes sélectionnées au CNRA, la consultation de divers rapports d'activité de recherche, les participations aux ateliers de présentation des résultats de recherche (à Bambey, Kaolack et Kolda) ainsi que les entretiens directs avec les chercheurs nous ont permis d'analyser les moyens disponibles et d'identifier ainsi les besoins en matière de biométrie.

9.1. Moyens disponibles

9.1.1. Moyens humains

Sur le plan de la qualité des ressources humaines, nous avons relevé deux situations caractéristiques. D'une part, certains chercheurs possèdent un niveau en biométrie assez élevé avec même quelquefois des connaissances approfondies dans certains domaines précis de cette discipline. Nous avons d'autre part, constaté que certains maîtrisaient à peine les principes élémentaires de la planification d'expérience ou d'enquête et les connaissances de base nécessaires pour procéder à une analyse statistique des données.

9.1.2. Moyens informatiques

La plupart des chercheurs disposent d'un ordinateur sous le système d'exploitation Windows. L'utilisation des tableurs et graphes sous windows n'est pas toujours bien maîtrisée.

Les principaux logiciels statistiques disponibles sont MSTAT et STATITCF qui fonctionnent tous deux sous MS-DOS. Ces programmes ne procurent pas assez de facilité pour le transfert de fichiers.

Certains chercheurs ne sont pas suffisamment formés à l'utilisation de ces logiciels alors que les manuels d'utilisation ne sont généralement pas disponibles. Ainsi, l'exploitation optimale des possibilités offertes par ces logiciels n'est pas toujours atteinte.

Le module d'analyse de la variance de STATITCF ne permet pas de procéder à l'analyse des dispositifs incomplets ou non équilibrés. Entre autres limites de ces programmes, nous signalons qu'ils ne permettent pas une prise en compte du caractère aléatoire de certains facteurs.

9.1.3. Moyens en documents

La compréhension du contenu d'une bonne partie des livres de statistique disponibles au Service de la Documentation du CNRA exige un niveau de base préalable en mathématiques. Ces livres qui insistent plutôt sur la théorie statistique, ne réservent pas assez de place aux aspects pratiques liés à la recherche agricole et ne répondent ainsi pas directement aux préoccupations des chercheurs.

Les revues ou périodiques spécialisés en biométrie ne sont pas disponibles au niveau de la Documentation. Ainsi l'accès des chercheurs aux méthodes biométriques modernes est limité, d'autant plus que les livres existant ne sont généralement pas d'édition récente.

9.2. *Besoins identifiés*

Les besoins identifiés sont très importants et variés.

9.2.1. Formation en biométrie

D'une manière générale, les chercheurs de l'ISRA sont conscients de l'importance de la biométrie dans les activités de recherche, et montrent un réel intérêt pour cette discipline. Mais il convient de les sensibiliser davantage à l'enjeu et à l'impact de la biométrie sur les recherches agricoles.

L'étude entreprise nous a révélé la nécessité d'améliorer les compétences des chercheurs en biométrie. Les principaux besoins identifiés sont relatifs aux domaines suivants :

- conception des expériences,
- conception des sondages,
- méthodes de sondage,
- analyse de la variance,
- analyse multivariée.
- modèle linéaire généralisé.

Les chercheurs reconnaissent généralement la nécessité d'acquérir ou de renforcer la maîtrise de ces outils méthodologiques en participant à des stages de formation dans ces domaines.

9.2.2. Formation à l'utilisation des logiciels d'analyse statistique

MSTAT-C et STATITCF sont les principaux logiciels d'analyse statistique disponibles à l'ISRA. Nous avons pu noter qu'un certain nombre de chercheurs n'était pas assez familiarisé à ces programmes d'analyse statistique et qu'ainsi l'exploitation de ces logiciels est sous-optimale. Il serait opportun de mieux les former à l'utilisation de ces logiciels.

9.2.3. Formation à l'utilisation des outils de bureautique

Les chercheurs ne possèdent pas quelquefois la maîtrise des outils de bureautique. L'exploitation de la suite Microsoft Office est souvent limitée au traitement de texte Word. Ils expriment le besoin d'être initiés à l'utilisation (ou de renforcer leur aptitude d'utilisation) du :

- tableur Excel,
- grapheur Powerpoint,
- SGBDR¹Access.

9.2.4. Formation à la rédaction scientifique

Les revues internationales à comité de lecture sont de plus en plus intransigeantes au niveau de la rédaction et de la présentation des articles soumis pour publication.

La consultation de divers rapports d'activités des chercheurs révèle un réel besoin d'améliorer la capacité de rédaction scientifique des chercheurs afin de leur permettre de mieux valoriser leurs résultats de recherche.

9.2.5. Acquisition d'un logiciel d'analyse statistique performant et flexible

Les chercheurs de l'Institut ont besoin pour l'analyse statistique des données recueillies de disposer d'un logiciel performant permettant d'analyser convenablement les dispositifs incomplets, les dispositifs en split plot, les données de comptage, les mesures répétées etc.

Ce logiciel devrait être flexible en permettant d'importer ou d'exporter facilement des fichiers.

9.2.6. Acquisition de documents

Le perfectionnement des chercheurs en biométrie exige qu'ils aient accès à une documentation de base en statistique et en biométrie. Ces documents doivent avoir un contenu moins théorique et être plutôt axés sur les aspects pratiques (planification expérimentale, planification d'enquêtes, dispositifs expérimentaux, méthodes d'échantillonnage ou de sondage, analyse et interprétation des résultats).

9.2.7. Communication Internet / Intranet

L'absence d'un système de communication efficace à l'ISRA compromet les performances et la productivité de l'Institut. Il est indispensable d'améliorer la communication tant au niveau interne à l'Institut qu'aux niveaux national et international. Ce besoin est unanimement ressenti par les chercheurs.

¹ Système de gestion de base de données relationnelles.

10. RECOMMANDATIONS

Il nous semble urgent d'entreprendre des actions efficaces afin de répondre aux principaux besoins identifiés et de renforcer les capacités de l'Institut dans le domaine de la biométrie.

Nous proposons à cet effet le plan d'action suivant :

10.1. *A court terme (1998-1999)*

10.1.1. Formation en biométrie

L'organisation de stages de formation en biométrie, dès Juin 1998, est indispensable au redressement de la situation ainsi décrite. Ces stages permettront de sensibiliser les chercheurs à l'importance d'une intégration judicieuse de la biométrie dans les activités de recherche agricole et de les former aux principales méthodes biométriques. Ils intégreront aussi la formation à l'utilisation des logiciels d'analyse statistique disponibles (MSTAT-C, STATITCF principalement).

Ces stages devraient se tenir au niveau des différents centres régionaux. Ceci faciliterait la prise en compte des besoins spécifiques de chacun des centres.

Ces stages devraient faire l'objet d'une planification rigoureuse.

Dans le cadre du SNRAAA¹, l'expertise du biométricien du CERAAS pourrait être mobilisée, en appui éventuel, lors de ces formations.

10.1.2. Appui en biométrie

Parallèlement à ces stages de formation en biométrie, le biométricien de l'Institut devrait appuyer les chercheurs lors des différentes étapes de la recherche :

- la planification de la recherche,
- la conduite de la recherche,
- le recueil et l'analyse des données,
- l'interprétation et la validation des résultats.

10.1.3. Formation à la bureautique

Le perfectionnement des chercheurs en biométrie ne peut se concevoir sans le renforcement de leur formation à la bureautique. Ainsi il est nécessaire d'organiser des stages de formation à la bureautique particulièrement à l'utilisation du tableur Excel et du SGBDR Access devraient être organisés.

L'organisation de ces stages relèverait de l'UIG² qui pourra, si nécessaire, faire appel à diverses autres expertises disponibles.

¹ Système National de Recherche Agricole et Agro-alimentaire

² Unité Informatique de Gestion

10.1.4. Acquisition de documents en biométrie

Il serait nécessaire de doter le Service de Documentation de chaque centre régional de documents en biométrie. Nous proposons une liste de documents de base en annexe 2.

L'UNIVAL¹ devrait aussi acquérir outre cette documentation de base, des livres plus spécialisés et s'abonner à des périodiques et revues traitant de la biométrie.

10.2. A moyen terme (1999-2000)

10.2.1. Acquisition d'un logiciel d'analyse statistique

Nous recommandons l'acquisition d'un logiciel d'analyse statistique qui soit performant et flexible et fonctionnant sous Windows.

Ainsi les chercheurs et techniciens de l'Institut, bénéficiant d'un appui solide et continu dans le temps, seront suffisamment formés à son utilisation et l'adopteront sans difficulté.

Nous suggérons qu'une étude de marché soit rapidement menée afin d'identifier le logiciel répondant à ces critères et présentant en même temps des facilités d'acquisition.

En terme de puissance, le Système SAS est actuellement l'idéal. Il fournit une gamme très étendue de fonctions d'analyse statistique et constitue à notre avis l'outil de travail indispensable au biométricien.

Ainsi, il nous semble nécessaire que la Cellule de Biométrie de l'Institut souscrive rapidement à la location du Système SAS.

10.2.2. Renforcement de la Cellule de Biométrie

Par rapport aux 120 chercheurs que compte l'Institut, l'efficacité de l'appui en biométrie à leur apporter exige de renforcer la Cellule de Biométrie par la constitution d'une équipe de biométriciens.

Compte tenu du fait qu'en ce moment un chercheur de l'Institut prépare une thèse en biométrie avec application à l'agroforestrie, l'ISRA pourra envisager le recrutement d'un autre biométricien.

Il paraît souhaitable que ce biométricien soit spécialisé dans le domaine halieutique.

10.2.3. Accès Internet / Intranet

L'ISRA devrait explorer les possibilités d'accès à Internet et à Intranet. Ceci faciliterait la recherche documentaire, le partage d'information à travers un système d'information d'entreprise.

¹ Unité de Valorisation

11. Conclusion

Le diagnostic de l'implication de la biométrie dans les activités de recherche à l'ISRA ainsi effectué a révélé, malgré l'existence d'éléments de satisfaction, d'importantes limites et faiblesses dans ce domaine.

Ces limites et faiblesses affectent considérablement la qualité et l'efficacité des recherches, entravent la capacité de publication des chercheurs dans des revues internationales à comité de lecture et sont ainsi préjudiciables à la réputation de l'Institut.

Ainsi, il est nécessaire d'entreprendre des actions efficaces en vue d'améliorer cette situation et d'intégrer judicieusement la biométrie aux activités de recherche entreprises par l'Institut.

Nous devons indiquer, que notre étude étant particulièrement axée sur le CNRA, présente évidemment des limites relatives à la représentativité du CNRA au sein de l'ISRA. Aussi d'importants domaines d'activité tels que l'agroforesterie, la zootechnie, la recherche halieutique n'ont pas été pris en compte dans le cadre de notre étude.

ANNEXES :

Annexe 1 : Protocoles de recherche étudiés

Annexe 2 : Documentation de base en biométrie

ANNEXE 1 :

PROTOCOLES DE RECHERCHE ETUDIES

- Etude des technologies de trituration de l'arachide : analyse de la qualité des produits huiles et tourteaux,
- Tests de produits chimiques : Sumialpha et Sumialpha / Diméthoate sur la culture du niébé,
- Essai variétal : BEV90J3-1997,
- Essai variétal : BEV90J1-1997,
- Etude des effets de mélanges de phosphates naturels et de phosphogypse sur les sols et les cultures,
- Etude de l'impact économique des technologies relatives à la production du niébé,
- Evaluation de l'efficacité d'un itinéraire technique par la méthode du diagnostic de l'élaboration du rendement : application à la fertilisation de l'arachide en milieu paysan,
- Recherche de mécanismes de résistance à la sécheresse chez des variétés locales de mil des régions de Diourbel et de Thiès,
- Tests d'adaptation de variétés d'arachide introduites de l'ICRISAT.

ETUDE DES TECHNOLOGIES DE TRITURATION DE L'ARACHIDE

ANALYSE DE LA QUALITE DES PRODUITS : HUILES ET TOURTEAUX

1. Justificatifs

La trituration de l'arachide pour la production d'huile et de tourteau prend de plus en plus d'ampleur dans le Centre et Nord du Sénégal. Cette activité est exécutée selon divers modes opératoires et génère des produits de qualités tout aussi diverses.

2. Objectifs

Cette activité vise plusieurs objectifs :

- a) étudier les divers procédés de trituration de l'arachide mis en œuvre en milieu rural, analyser les contraintes de fonctionnement des unités et identifier les facteurs d'amélioration,
- b) analyser la qualité du tourteau,
- c) analyser la qualité de l'huile.

3. Matériel et méthodes

3.1 Etude des procédés de trituration

Le questionnaire ci-joint a été élaboré à cet effet.

Les éléments d'information à recueillir sur le terrain portent aussi bien sur la culture de l'arachide et les diverses utilisations de ses produits et sous-produits que sur les séquences de la trituration (mouture, cuisson, pressage), les caractéristiques des équipements utilisés et les améliorations que les producteurs eux-mêmes souhaiteraient voir se réaliser au niveau des équipements et des procédés.

Les enquêtes concerneront les régions de Thiès, Diourbel et Louga. Elles seront réalisées par des enquêteurs dans les 10 villages et intéresseront 5 exploitations agricoles par village.

3.2 Analyse de la qualité du tourteau

Elle sera réalisée aussi bien sur les tourteaux d'extraction récente que sur des tourteaux obtenus depuis plusieurs semaines et vendus sur les marchés.

- Analyse mycologique

Malgré la cuisson à laquelle a été soumise la farine avant le pressage, les tourteaux obtenus de la trituration artisanale peuvent contenir des spores résiduels de *Aspergillus flavus* susceptibles de constituer une source de contamination du produit avec production subséquente d'aflatoxine.

L'analyse de la pollution des tourteaux par les spores d'*Aspergillus flavus* se fera à partir des échantillons prélevés au cours de l'enquête.

10 grammes de tourteau finement moulu seront mis en suspension dans 50 ml d'eau distillée contenant du Tween 80 à la concentration de 0,03 % v/v.

Des dilutions successives seront opérées à partir de cette solution-mère (200 mg de tourteau/ml de solution) jusqu'à obtention d'une solution titrant 0,2 mg de tourteau/ml.

Ces diverses dilutions seront étalées sur un milieu nutritif (agar, rose bengale) et mises en incubation dans les conditions du laboratoire pendant 7 à 8 jours.

Le niveau de pollution du tourteau sera déterminé par comptage du nombre de spores d'*Aspergillus flavus* par gramme de produit.

- Teneur en aflatoxine

- Méthode chimique

Les analyses d'aflatoxine seront réalisées suivant la méthode CB (extraction, purification, étalement sur chaque plaque et lecture sous UV) qui permet également de déterminer la teneur en huile des tourteaux.

- Méthode microbiologique

A partir des lots ayant servi à l'analyse mycologique (*A. flavus*), des prélèvements et dilutions successives seront pratiqués selon le même procédé mais à partir d'un tourteau préalablement stérilisé par autoclavage et artificiellement contaminé par souche mutante d'*A. flavus* qui a la particularité de produire un précurseur de l'Aflatoxine B₁ (l'acide norsolorinique)

Les étalements se feront sur milieu PDA, celui-ci permettant d'estimer plus facilement l'extension et l'intensité de la coloration jaune symptomatique de la présence du précurseur.

La mise au point d'une méthode simple d'estimation de la teneur en aflatoxine du tourteau par inoculation du produit par une souche mutante d'*A. flavus* et évaluation de l'intensité et de l'extension de la coloration jaune permettrait de réduire considérablement les coûts des analyses.

- Teneur en eau

L'humidité du tourteau sera déterminée par étuvage jusqu'à poids constant en présence d'un support inerte finement moulu.

3.4 Analyse de la qualité de l'huile

Les analyses de la qualité de l'huile porteront sur des échantillons d'extraction récente et sur des échantillons plus anciens.

- Détermination de l'acidité

L'acidité est une caractéristique essentielle de la qualité de l'huile. Elle renseigne sur la qualité de la nature première (graines), singulièrement sur les conditions de conservation de celle-ci.

L'acidité sera déterminée sur des échantillons de 10 grammes d'huile mis à dissoudre dans un volume connu d'un mélange éthanol/éther diéthylique. Cette détermination consiste à titrer les acides gras libres présents à l'aide d'une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium.

- Détermination de l'indice de peroxyde

Cet indice renseigne sur la durée de vie du produit c'est à dire son aptitude à être conservé pendant une période plus ou moins longue sans altération qualitative notable.

La manipulation consistera à dissoudre la prise d'essai dans une solution d'acide acétique et de chloroforme et à titrer le corps gras au moyen de l'iodure de potassium.

- Teneur en eau

Elle sera déterminée par perte de poids à l'étuve et, au cas où elle se révélerait très faible, par entraînement azeotropique des traces d'eau dans un appareil de Dean Stark.

- Teneur en aflatoxine

Les résultats d'analyse des échantillons d'huile seront interprétés comparativement aux données moyennes portant sur ces paramètres et obtenues à partir de l'huile raffinée.

A. INFORMATIONS GENERALES

- Etes-vous producteur d'arachide ?
- Combien d'autres personnes produisent de l'arachide au sein de l'exploitation ?
- Quelle superficie emblavez-vous en moyenne chaque année ?
- Quelle superficie emblavent les autres membres de l'exploitation ?
- Quel est le rendement approximatif/ha ?
- Quelles parts d'arachides en graines (kg) destinez-vous à ces divers usages ?

Interviewé* (1) (F)	vente officielle	vente sur les marchés ruraux	vente dans d' autres circuits	consommation familiale	trituration	dons	réserves personnelles de semences	Total

M = masculin , F = féminin

* Chef de carré

Chef de ménage

PRINCIPALES SEQUENCES DE LA TRITURATION

ne de la matière première

- production propre

- écarts de triage qualité moyenne bonne qualité

- Production achetée - lieu d'achat

- écarts de triage qualité moyenne bonne qualité

- prix prix prix

1) Mouture

ment réalisez-vous la mouture ?

pilage au mortier : avantages _____

inconvénients _____

mouture au moulin ; avantages _____

inconvénients _____

2) Cuisson

Quelles sources d'énergie utilisez-vous pour la cuisson du produit avant extraction ?

Quelles sont les autres sources d'énergie ?

Quelle importance accordez-vous au temps de cuisson ?

3) Trituration

- Depuis combien de temps exercez-vous cette activité ?
- Combien de personnes (femmes :) (hommes :) prennent part à cette activité au sein de votre exploitation ?
- Combien de familles (ou exploitations) exercent cette activité au niveau de votre village ?
- Quelle est la période de pointe de l'activité de trituration ?
- Pendant combien de mois exercez-vous cette activité pendant l'année ?
- Quelle quantité de graines triturez-vous par jour ?
- Quelle quantité de farine utilisez-vous pour charger chaque plateau ?

Où vous êtes-vous procuré votre presse ?

prix d'achat

Date et lieu d'acquisition

Qui vous en assure la maintenance

Caractéristiques du matériel

- hauteur du châssis
- diamètre du plateau
- nombre de plateaux
- longueur de la vis sans fin
- longueur de la barre de torsion

4) Tableau récapitulatif des opérations

Nature de l'opération	Description détaillée	Durée	Justification	Nombre de personnes impliquées	Difficultés rencontrées	Améliorations souhaitées
ulture et conditionnement						
sson						
ssage						
cupération de l'huile						
nservation des produits						
res						

C. UTILISATIONS

En matière de consommation d'huile, indiquez la préférence des consommateurs

Interviewé	Sexe (M) (F)	Huile artisanale		Huile raffinée	
		Echelle 1-5	Justifications	Echelle 1-5	Justifications

Quelle est selon vous la durée de vie de l'huile et du tourteau
 sans qu'aucune altération soit observée
 huile raffinée industrielle. % des consommateurs, raisons

Ne craignez-vous pas un risque sanitaire lié à la consommation de ces produits (huile et tourteaux) par l'homme ?

Savez-vous pourquoi durant les années passées, l'Etat interdisait la vente publique de ces produits sur le marché ?

Quelle part du tourteau est consommée par les humains % et par le bétail %

A quel type de bétail le tourteau est-il destiné : ovins % Bovins % équins %
caprins % asins % volailles %

D. PRELEVEMENT D'ECHANTILLONS

Déterminer le poids de graines devant subir l'opération de trituration

Prélever 1 échantillon moyen des graines (150 grammes)

Prélever 1 échantillon moyen de la farine après pilage ou mouture (200 grammes)

Prélever 1 échantillon moyen de la mouture après cuisson

Mesurer la température finale de la mouture après cuisson et avant pression

Après remplissage de tous les plateaux et à la fin de l'opération globale de pressage :

Prélever le long du rayon, à partir de l'axe central le long du rayon de la galette de tourteau, à partir de l'axe central, une tranche d'une largeur de 10 cm. Peser et segmenter la tranche en 3 morceaux que l'on désignera par a,b et c et que l'on placera dans des sachets plastiques. Les plateaux seront numérotés du bas vers le haut(1, 2, etc....).

Prélever dans un flacon 250 mg d'huile provenant de cette opération

Estimer la quantité totale d'huile produite au cours de l'opération

PROTOCOLE D'ESSAI DE TEST DE PRODUITS CHIMIQUES : Sumialpha et Sumialpha / Diméthoate sur la culture du niébé

(Essai Sumitomo 1997)

1. Justificatif

Depuis le début des années 70 avec la dégradation des conditions pluviométriques, le niébé (*Vigna unguiculata*) est devenu grâce à sa tolérance à la sécheresse et à son cycle relativement court la principale légumineuse vivrière au Sénégal, en particulier dans le Nord et Centre-Nord du Bassin arachidier. Cependant, cette culture fait l'objet d'attaques de la part de plusieurs prédateurs parmi lesquels les insectes ravageurs, en particulier les thrips, les pucerons (*Aphis craccivora*) et la chenille poilue du niébé (*Amsacta moloneyi*) jouent un rôle prépondérant et constituent dans certaines zones écologiques une des principales contraintes à la production du niébé. En effet, des prospections effectuées en milieu paysan montrent qu'il est pratiquement impossible de produire du niébé dans certaines zones du Sénégal sans une protection chimique efficace.

Dans la recherche de moyens adéquats de contrôle de ces ravageurs, de nombreux tests de substances chimiques ont été menés et continuent à l'être dans le but d'améliorer ces méthodes pour une meilleure prise en compte des problèmes liés à l'environnement économique et écologique. C'est dans ce cadre que s'inscrit cet essai de traitement insecticide avec les nouveaux produits SUMI-ALPHA et SUMI-ALPHA/DIMETHOATE proposés par la firme SUMITOMO.

2. Localité

L'essai sera mené aux stations de Bambey (ISRA/CNBA) et Nioro (ISRA/CSBA) où la pression parasitaire est généralement très importante.

3. Objectif

Comparer l'efficacité non seulement des nouvelles molécules entre elles à contrôler les insectes ravageurs sur culture du niébé, mais également avec les produits vulgarisés au Sénégal pour la protection de la culture du niébé à savoir le DECIS et le DIMETHOATE.

4. Conduite de l'essai

4.1 Traitement

Compte tenu du fait que les thrips constituent un des principaux insectes nuisibles de la culture du niébé à cause de leur apparition permanente et l'avortement des fleurs qu'ils provoquent, l'accent sera mis sur la protection de la culture durant la phase de floraison. Une application

sera effectuée également durant la formation des gousses pour le contrôle des punaises et des foreurs de gousses. Ainsi, le programme de traitement ne débutera qu'à partir de la floraison. Pour cela, il sera effectué trois applications insecticides à 50% floraison, 100% floraison et au stade de grenaison pour une meilleure protection de la culture.

La variété améliorée **MOURIDE**, plus particulièrement sensible aux thrips sera utilisée pour une meilleure appréciation de l'effet du traitement insecticide.

SUMI-ALPHA et **SUMI-ALPHA/DIMETHOATE** seront testés chacun à trois doses, tandis que le **DECIS** et le **DIMETHOATE** le seront chacun à la dose recommandée. Ainsi, les traitements suivants seront retenus :

a) **Sumi-Alpha**

- T0 : sans traitement chimique (Témoin)
- T11 : x g m. a./ha
- T12 : y g m. a./ha
- T13 : z g m. a./ha

b) **Sumi-Alpha/Diméthoate**

- T21 : x/300 g m. a./ha
- T22 : y/300 g m. a./ha
- T23 : z/300 g m. a./ha

c) **Produit de référence**

- T3 : 300 g m. a./ha (DIMETHOATE)
- T4 : 15 g m. a./ha (DECIS)

4.2 Dispositif expérimental

Un dispositif en blocs complètement randomisés (BCR) à 4 répétitions sera utilisé. La dimension des parcelles élémentaires sera de 11.25 m² (4.5m x 2.5m) avec une distance de 2m aussi bien entre elles qu'entre les blocs. Pour réduire l'influence du traitement sur les parcelles contiguës, chaque parcelle aura 6 lignes.

Le semis sera effectué en humide après labour, hersage et apport d'engrais NPK (6-20-10) à raison de 150 kg/ha. Compte tenu du fait que la variété soit érigée, l'écartement du semis sera de 50 cm entre les lignes et de 25 cm entre les poquets (50 cm x 25 cm).

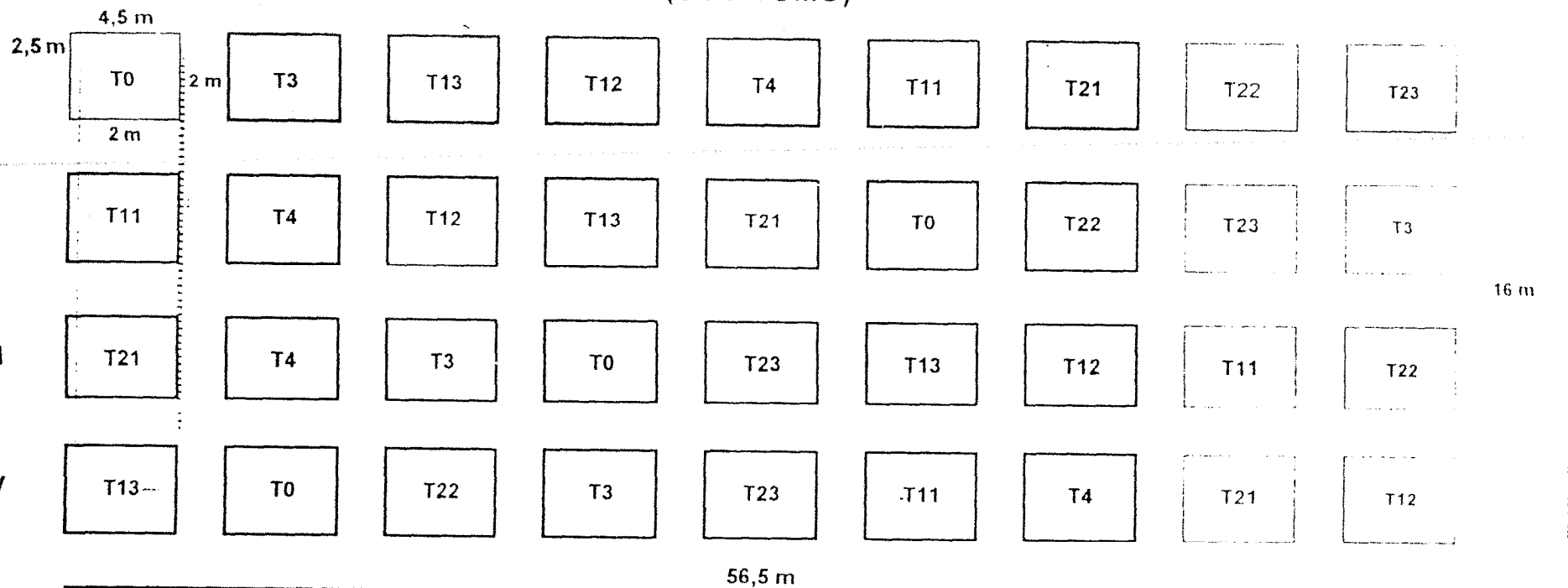
5. Observations

Pour avoir une idée sur l'évolution de la population des thrips, des prélèvements de boutons floraux sur les deux lignes centrales seront effectués avant chaque application insecticide. Des observations sur l'apparition d'autres insectes ravageurs seront également faites durant le programme de traitement.

6. Paramètres d'évaluation

- Nombre de thrips par fleur
- Nombre de gousses formées par pied
- Poids de gousses et des graines
- Poids de 100 graines
- Rendement réel et potentiel

DISPOSITIF EXPERIMENTAL (SUMITOMO)



Surface d'une parcelle = 1 Surface d'une parcelle = 11,25 m²

Surface totale = 808m²

T0 = Sans traitement chimique (temoin)

T11 = X g m,a,/ha (Sumi-Alpha)

T12 = Y gm,a,/ha (Sumi-Alpha)

T13 = Z g m, a, /ha (Sumi-Alpha)

T21 = X/ 300 gm,a,,/ha (Sumi-Alpha/Dimethoate)

T22 = Y/300g m,a, /ha (Sumi-Alpha/Diméthoate)

T23 = Z/300 g m,a / ha (Sumi-Alpha/Diméthoate)

T3 = 15 g m,a,/ha (DECIS)

T4 = 300 g m,a,/ha (DIMETHOATE)

BEV90J3 - 1997

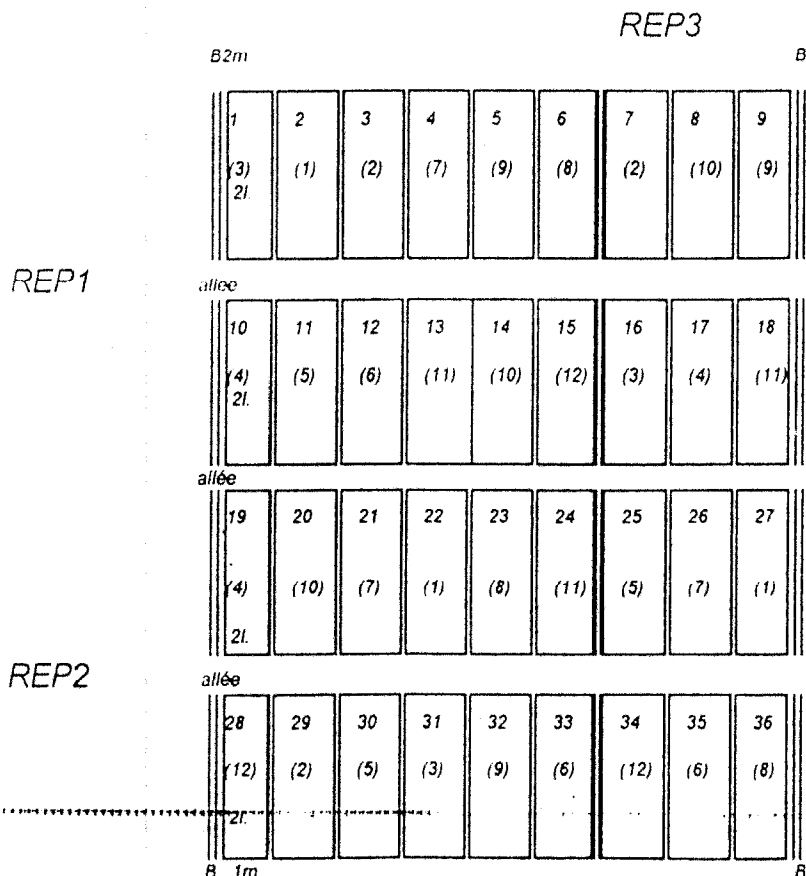
- *Objectif* : comparaison variétale des 10 meilleures lignées de 90 jours issues de la sélection généalogique BC 57-2g (F6) de 1996 (pour la réduction de la taille des gousses et du cycle de 57-422)* , + 2 témoins. Cette activité rentre dans le cadre de l'action ② : obtention de variétés physiologiquement adaptées à la sécheresse.

- *Matériel végétal* : 12 variétés

55-437 (11) T	57-213 / 9-12 (4)	57-219 / 29-1 (2)
Fleur 11 (9) T	57-216 / 8-6 (1)	57-227 / 18-11 (7)
57-29 / 14-1 (5)	57-217 / 12-2 (10)	57-229 / 41-16 (12)
57-212 / 43-8 (8)	57-218 / 25-10 (6)	57-230 / 47-6 (3)

- *Dispositif* : lattice rectangulaire : 12 var X 3 rép.
 2 lignes de 6 m /parcelle (6,15 m²)
 41 pieds par ligne
 écartement : 50 X 15cm

- *Plan*



$18L + 2B = 20 \text{ lignes} = 9,5 \text{ mètres}$

Observations

Densités (pourcentage)

Densité réelle (nbre de pieds présents) sur densité théorique (nombre de graines semées) X 100.

20J : au 20^e jour

40J : au 40^e jour

REC : le jour de la récolte

Floraison (nbre de jours)

Nombre de jours à partir du jour de semis pour obtenir :

1^e FL : la 1^e fleur

F 50% : la floraison de 50% des pieds présents

F 75% : la floraison de 75% des pieds présents

Maladies (pourcentage)

Nombre de pieds malades sur nombre total de pieds récoltés X 100 :

Macro : % de pieds touchés par *Macrophomina phaseolina*

Clump : % de pieds touchés par le virus du Clump.

Maturité (pourcentage)

% Mat : nbre de gousses mûres à la récolte (examen de la coloration interne de la coque) sur nbre total de gousses d'un échantillon de 2 X 70 g.

Rendements

F kg/ha : poids de fanes / parcelle, ramené en kg/ha

G kg/ha : poids de gousses / parcelle, ramené en kg/ha

G g/pied : poids de gousses, en grammes par pied (calcul)

Caractéristiques technologiques (en laboratoire, après séchage au champ)

Déterminées par les analyses de récolte "sur table" d'échantillons parcellaires de 200 grammes.

TV% : rendement au décorticage Tout Venant (graines non triées)

S% : rendement au décorticage Semences (tri des plus grosses graines)

P 100S : poids de 100 graines Semences.

BEV90J1 - 1997

- *Objectif* : comparaison variétale de variétés de 90 jours : 7 issues du BC1 de 57-422 x 55-437, 1 issue du BC1 de 55-437 x Chico et 1 issue de la sélection récurrente (SR) par sélection généalogique, une introduction du Bostwana, + 2 témoins. Cette activité rentre dans le cadre de l'action ② : obtention de variétés physiologiquement adaptées à la sécheresse

- *Matériel végétal* : 12 variétés

55-437 (5) T	S 46 (10)	57-120 (4)
Fleur 11 (6) T	57-14 (8)	57-123 (9)
55-113 (7)	57-111 (2)	57-125 (3)
SR 1-22 (1)	57-115 (12)	57-126 (11)

- *Dispositif* : lattice rectangulaire : 12 var X 3 rép.

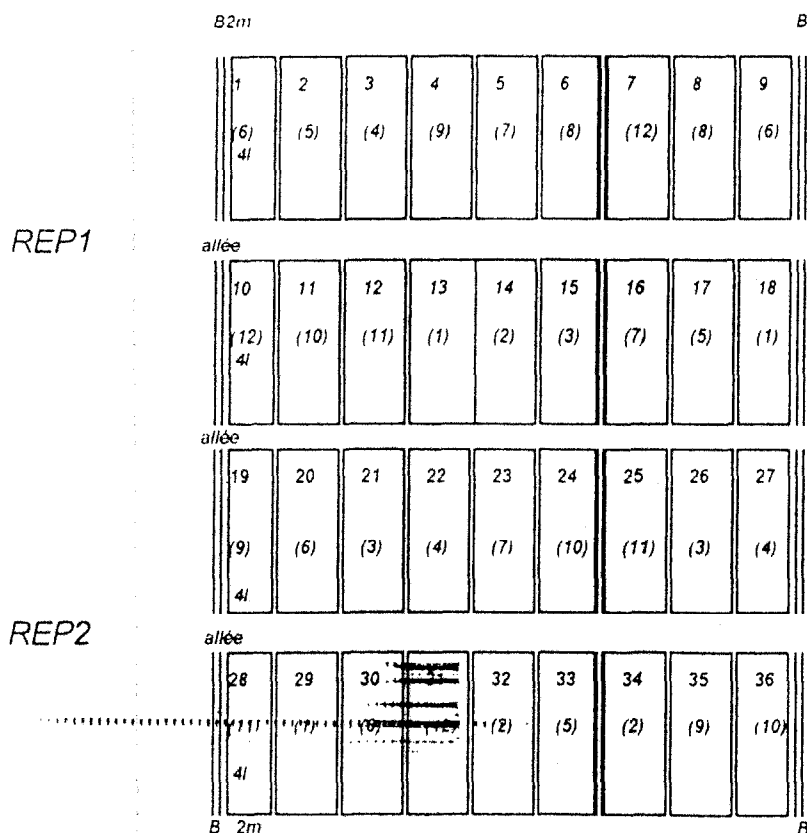
4 lignes de 6 m /parcelle (12.3 m²)

41 pieds par ligne

écartement : 50 X 15cm

- *Plan* :

REP3



$36L + 2B = 38 \text{ lignes} = 18,5 \text{ mètres}$

ETUDE DES EFFETS DE MELANGES DE PHOSPHATES NATURELS (TAÏBA) ET DE PHOSPHOGYPSE SUR LES SOLS ET LES CULTURES

1. Justification

Les sols du Centre Nord Bassin Arachidier sont en général peu fertiles. Les carences en éléments nutritifs les plus remarquables sont dans l'ordre décroissant : P_2O_5 , K_2O , Soufre et Cao.

L'existence au Sénégal d'importants gisements de phosphates naturels et des déchets industriels tels que le phosphogypse est un avantage sérieux pour la correction de ces carences, l'augmentation de la production agricole et le maintien de la fertilité des sols arables.

L'utilisation de fertilisants à base de mélanges de phosphates naturels broyés et du phosphogypse pulvérulent est envisagé dans un proche avenir, sans aucune connaissance des effets de ces mélanges sur les sols et les cultures. L'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA) a un rôle prospectif à jouer avec les producteurs dans l'acquisition de connaissance pour la régénération de fertilisants à moindre coût.

Comme le phosphate de Taïba broyé a des teneurs moyennes de 37 % de P_2O_5 et 50 % de Cao tandis que les teneurs moyennes du phosphogypse sont de 2 % de P_2O_5 , 26 % de Cao et 17 % de soufre, leur mélange pourrait être un bon fertilisant à nos sols.

2. Objectifs généraux et spécifiques

2.1 Objectifs généraux

1. Augmenter la production agricole à moindre coût

L'utilisation de ces matériaux apportant les éléments nutritifs, principaux facteurs limitants de nos sols, à savoir le phosphore, le calcium, le soufre et des oligo-éléments, pourrait relancer la production agricole du pays.

2. Restaurer le patrimoine foncier

Les phosphates naturels sont riches en phosphore et en calcium tandis que le phosphogypse apporte une quantité de soufre non négligeable et du calcium. Ils pourraient maintenir le sol à des pH favorables aux cultures et à la mobilisation des éléments nutritifs.

2.2 Objectif spécifique

Mettre au point un mélange de phosphates naturels et de phosphogypse susceptible de corriger la carence en phosphore, l'acidité des sols et d'augmenter les rendements des cultures l'année même d'application.

3. Méthodologie

On compare les effets de six traitements sur les sols et les cultures de mil et d'arachide.

3.1 Traitements

T₁ : Témoin absolu, 0 % de phosphate naturel et 0 % de phosphogypse

T₂ : 100 % de phosphate naturel et 0 % de phosphogypse

T₃ : 75 % de phosphate naturel et 25 % de phosphogypse

T₄ : 50 % de phosphate naturel et 50 % de phosphogypse

T₅ : 25 % de phosphate naturel et 75 % de phosphogypse

T₆ : 0 % de phosphate naturel et 100 % de phosphogypse

3.2 Pesées par parcelle de 36 m²

T₁ : Témoin absolu, 0 kg de Taïba et 0 kg de phosphogypse

T₂ : 0,360 kg de Taïba et 0 kg de phosphogypse

T₃ : 0,270 kg de Taïba et 1,250 kg de phosphogypse

T₄ : 0,180 kg de Taïba et 2,700 kg de phosphogypse

T₅ : 0,090 kg de Taïba et 4,050 kg de phosphogypse

T₆ : 0 kg de Taïba et 5,400 kg de phosphogypse

Ces traitements sont appliqués à deux séries : une série est cultivée en arachide tandis que l'autre est en mil. La raison est d'avoir des données sur les deux cultures dans les mêmes conditions pluviométriques. Il est donc souhaitable que cette expérimentation dure au moins deux ans.

3.3 Dispositif expérimental

Le dispositif est en blocs de Fischer : 48 parcelles réparties en deux séries de 24.

Chaque série compte 4 blocs ou répétitions

Chaque traitement comprend 6 traitements

Chaque traitement est une parcelle de 6 m x 6 m

Les parcelles sont séparées par des allées de 2 m de large

3.4 Paramètres à observer ou à mesurer

1) Paramètres physico-chimiques du sol ; granulométrie C, N, pH, P₂O₅, K₂O, Ca, Mg.

2) Paramètres physico-chimiques des plantes

Organes à analyser :

arachide : fane, graines coque

mil : paille, grain, coque

Eléments : P₂O₅, K₂O, Ca, Mg

- Caractérisations du site d'essai

Deux caractérisations du site d'essai sont nécessaires :

une avant l'application des traitements

une autre après la récolte

Les horizons prélevés et analysés sont 0-20 cm et 20-40 cm.

- Suivi de l'évolution des paramètres du sol à deux périodes de la campagne au 60^{ème} jour et 90^{ème} jour après levée.

Ces analyses permettront d'apprécier les éléments lessivés et l'évolution du pH du sol en fonction des traitements

- Analyse des plantes

Des analyses de plantes aux 30^{ème} et 90^{ème} jours permettent d'apprécier la mobilisation des éléments nutritifs contenus dans les traitements.

- Prélèvement de plants et de sols aux 60^{ème} et 90^{ème} jours après levée

Des prélèvements de plants et de sols se feront sur les endroits indiqués sur le plan parcellaire par :

- un cercle pour les prélèvements au 60^{ème} jour

- un carré pour les prélèvements au 90^{ème} jour

3) Rendement des cultures

Les calculs de rendement se feront dans des sous parcelles :

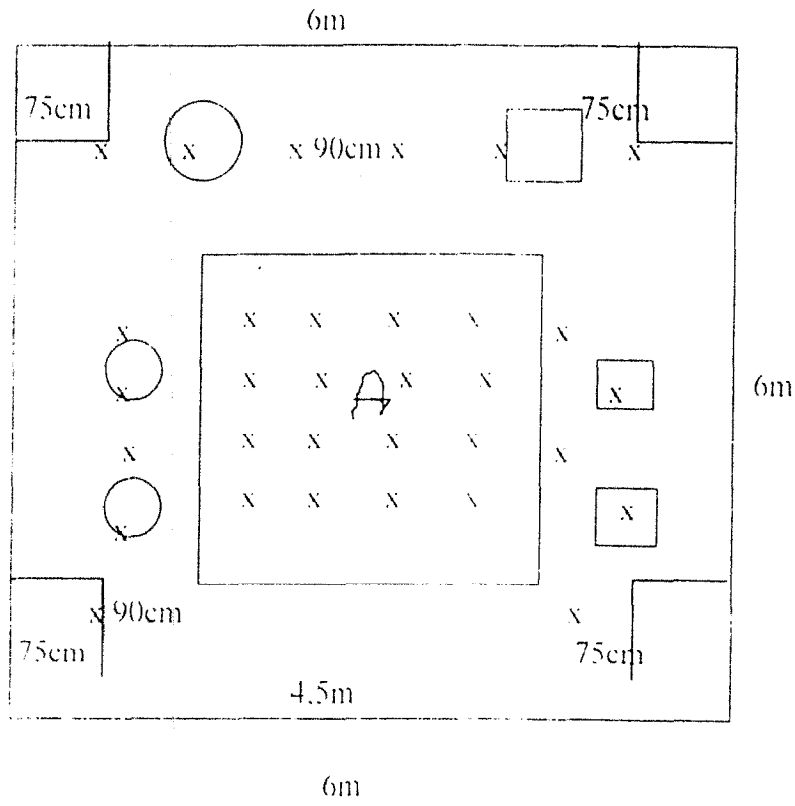
- Mil

Après élimination des lignes de bordures la sous parcelle A délimitera 16 poquets sur lesquels on calculera le rendement

- Arachide

Après élimination des lignes de bordure, la sous parcelle B délimitera 24 poquets qui serviront à calculer le rendement.

Parcelle mil



○ Prélèvement
au 00e jour

□ Prélèvement
au 90e jour

A Sous parcelle
(rendement)

Parcelle de mil semée après rayonnage 90cm x 90cm
6m x 6m

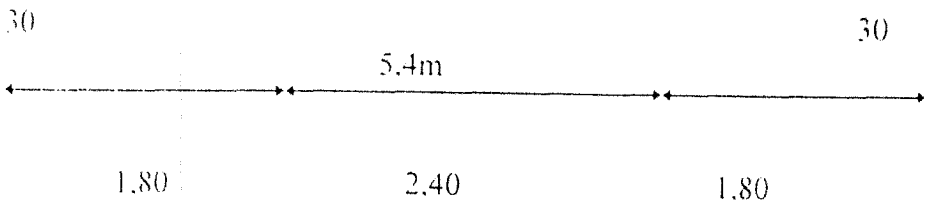
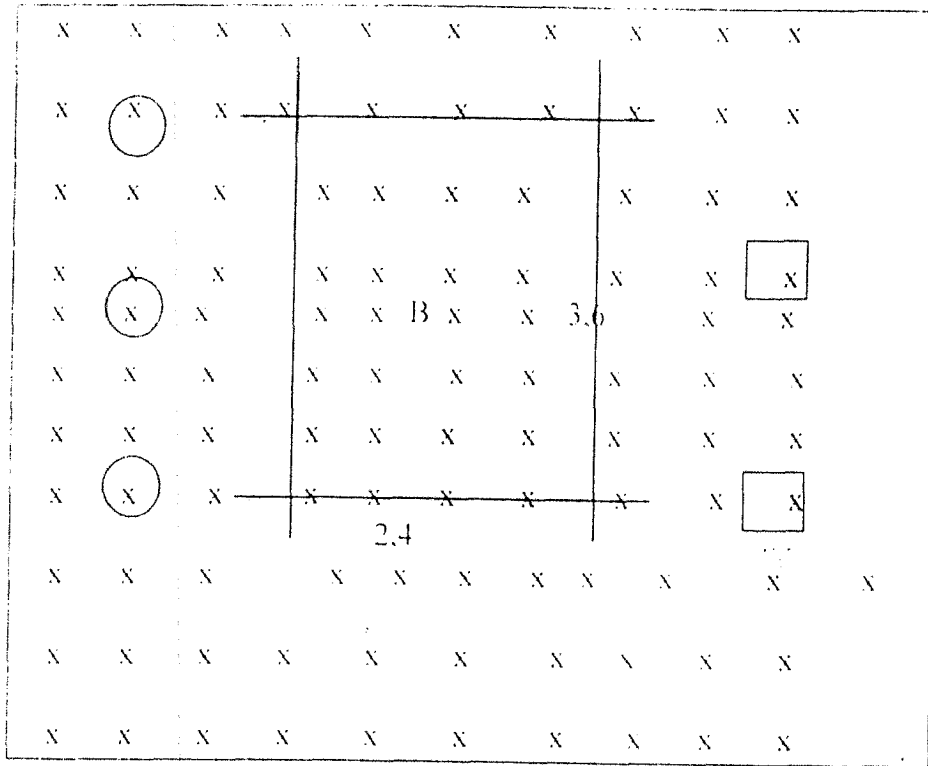
Ecartement entre les lignes : 90 cm

Ecartement sur la ligne : 90 cm

Distance de la première ligne et le bord de la parcelle : 75 cm

Parcelle d'arachide

0.30



Parcelle d'arachide

Distances entre les lignes 60 cm
 Sur la ligne 60 cm
 Distance de la 1^{er} ligne par rapport au bord de la parcelle 30 m



Prélèvement au 60^e jour



Prélèvement au 90^e jour

B Sous parcelle (rendement)

CONDITIONS DE REALISATION

MIL

- 1°) - Préparation du sol : labour
- 2°) - Semis en sec, manuel après rayonnage 90 cm x 90 cm (20-25 juin)
- 3°) - Epannage des traitements suivi de radou au semis
 - variété : Souma III, semences désinfectées
 - resemis si il y a des manquants 4 jours après levée
- 4°) - Démariage à 3 pieds : 10 jours après levée
- 5°) - Entretien
 - 1^{er} sarclage à 10 jours après levée
 - 2^e sarclage à 15 jours après le premier
 - autres sarclages : à la demande
- 6°) - Traitements phytosanitaires : à la demande
- 7°) - Récolte à la maturité complète
- 8°) - Prélèvement d'échantillons
 - sol : 1^{er} prélèvement après préparation du sol et avant application des traitements
 - 2^e prélèvement : à 60 jours après levée
 - 3^e prélèvement : à 90 jours après levée
 - 4^e prélèvement : après récolte

PLANTE

- 1^{er} prélèvement : 60 jours après levée
 - 2^e prélèvement : 90 jours après levée
- 9°) - Les paramètres de rendement par parcelle
- compter et noter le nombre de touffes
 - compter le nombre total d'épis
 - les épis remplis
 - les épis vides
-
- peser les épis
 - peser les grains
 - peser les pailles
-

ARACHIDE

- 1°) - Préparation du sol : labour
- 2°) - Semis en humide, manuel après rayonnage 60 cm x 60 cm à la première pluie utile (15 mm de pluie).

- 3°) - Application des traitements suivie de Radou au semis
 - variété 55437
 - resemis si il y a des manquants 4 jours après levée

- 4°) - Démariage à deux (2) pieds : 10 jours après levée

- 5°) - Entretien
 - 1° sarclage à 10 jours après levée
 - 2° sarclage à 15 jours après le premier
 - autres sarclages à la demande
 - n^{ème} sarclages obligatoire pour faciliter la pénétration des gynophoses.

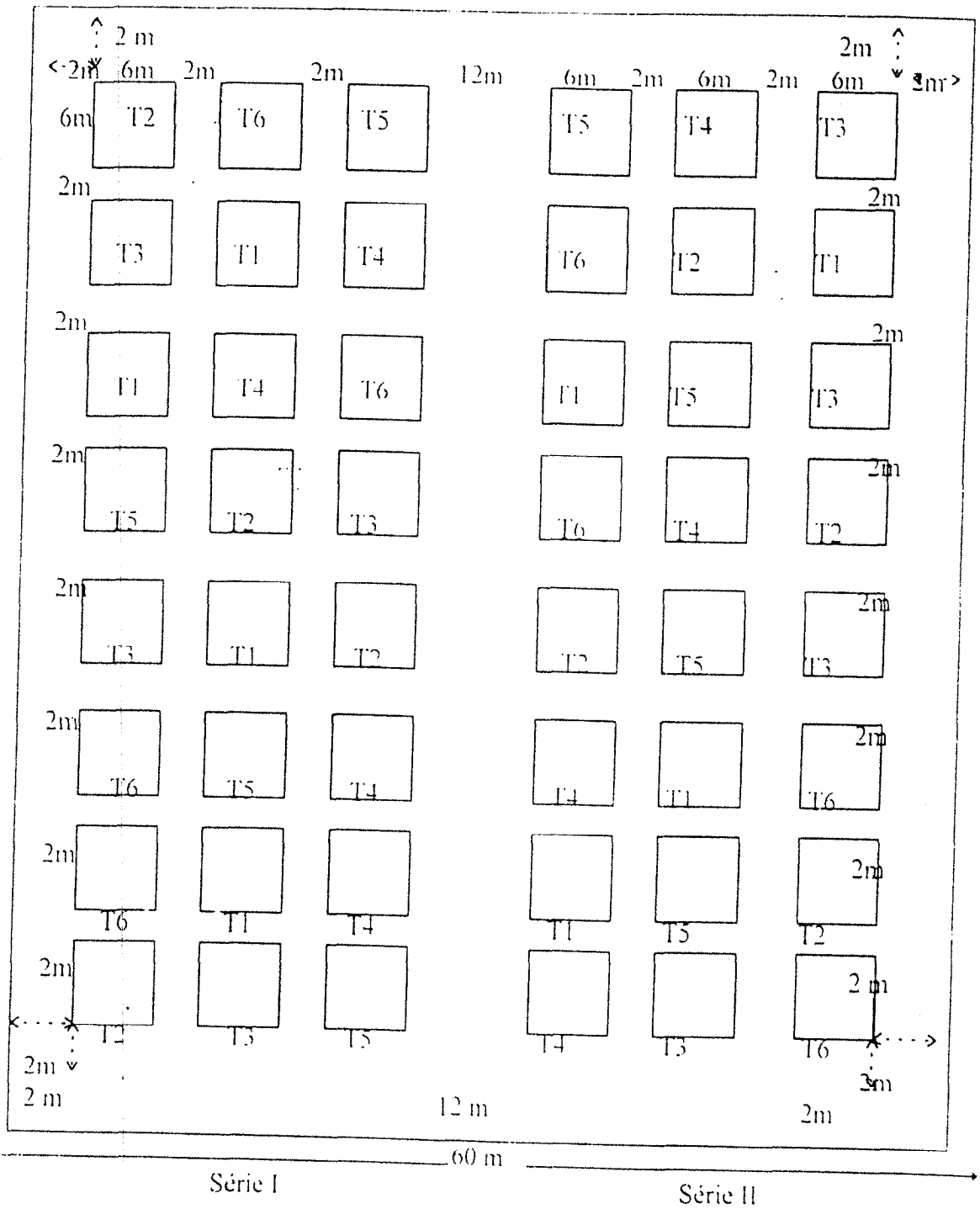
- 6°) - Traitement phytosanitaire : à la demande
- 7°) - Récolte : à la maturité complète : à la 90 jours après semis

- 8°) - Prélèvements d'échantillons
 - le sol et plant : en même temps que ceux sur le mil

- 9°) - Les paramètres de rendement par parcelle
 - le nombre de pieds récoltés
 - le poids total fane + gousses
 - le poids de gousses récoltées
 - compter les bigraines
 - compter les monograines

Plan d'essai

Mélange phosphates naturels phosphogypse sur arachide et mil



24 parcelles de 6 m x 6 m
Surface d'une parcelle : 36 m²

24 parcelles de 6 m x 6 m
Surface d'une parcelle : 36 m²

Allées entre les deux séries : 12 m

Allées entre les parcelles d'une série : 2 m

Allée autour de l'essai : 2 m

Surface totale de l'essai : 66 x 60 m = 3960 m²

ETUDE DE L'IMPACT ECONOMIQUE DES TECHNOLOGIES RELATIVES A LA PRODUCTION DU NIEBE

1. Justificatifs

Les recherches sur le niébé ont permis de mettre au point plusieurs technologies dont certaines sont déjà vulgarisées. Pour étudier les taux d'adoption et évaluer l'impact économique de ces technologies, une collecte des données a été débutée en 1996. L'activité prévue en 1997 permettra de compléter les informations disponibles et de procéder à une analyse plus détaillée de l'impact économique aussi bien sur le plan micro que macro-économique.

2. Objectifs

Cette étude se fixe trois objectifs :

- faire l'inventaire des technologies relatives à la culture du niébé qui sont générées et vulgarisées,
- mesurer les taux d'adoption des différentes technologies relatives à la culture du niébé notamment les variétés, les pratiques culturales et les méthodes de stockage du niébé,
- analyser l'impact économique de la recherche et de la vulgarisation sur la production du niébé au Sénégal.

3. Méthodologie

L'approche consistera à combiner la recherche documentaire et les enquêtes auprès des producteurs, des agents de vulgarisation et des chercheurs.

3.1 Recherche documentaire

Elle portera aussi bien sur des documents généraux que sur des documents spécifiques aux études d'impact.

3.2 Enquêtes

Elles seront menées au CNBA et particulièrement dans les départements de Louga, Kébémér, Tivaouane, Mbacké, Diourbel et Bambey. Cette zone a été ciblée car elle couvre en moyenne 80 % des superficies emblavées en niébé et produit 85 % des récoltes totales. Les villages seront pris à l'est de la route nationale n° 2 (axe Thiès-S^t Louis), les cultures maraîchères étant dominantes dans la partie ouest (Niayes).

Les enquêtes seront menées sur la base d'entretiens et d'un questionnaire.

3.3 Taille de l'échantillon

Compte tenu des différentes mesures et observations directes à effectuer dans les champs de niébé, 10 villages seront choisis sur la base de 3 critères :

- de leur expérience dans la conduite des essais Mini-kit à travers lesquels les technologies sont démontrées aux paysans
- de l'intervention de Vision Mondiale
- de l'absence de tout encadrement ayant trait à la production du niébé

3.4 Les principaux paramètres à mesurer sont :

Pour l'inventaire

- le nombre de technologies générées,
- le nombre de technologies vulgarisées.

Pour les taux d'adoption

- le nombre total de producteurs de niébé dans chaque village,
- le nombre de producteurs qui utilisent les technologies améliorées,
- les superficies totales emblavées en niébé,
- les superficies emblavées en nouvelles variétés,
- les superficies traitées,
- les superficies fertilisées,
- les quantités de semences stockées en utilisant les méthodes améliorées.

Pour les études d'impact

- le coût de la recherche qui a permis de mettre au point les technologies ciblées,
- le coût de la vulgarisation des technologies ciblées.

Questionnaire

Région

Département

Arrondissement

Communauté rurale

Nom du village

Nombre de concessions

Effectif du groupe interrogé

1) Quel est le nombre de concessions qui cultivent le niébé dans le village ?

2) En fonction des superficies emblavées, citez les principales spéculations cultivées par ordre d'importance décroissant

Spéculation									
superficies									

3) Quelles sont les variétés de niébé que vous cultivez dans le village : (Demander des échantillons pour identification avant de quitter le village)

Noms des variétés	Nombre de concessions qui sèment les variétés	Origine des variétés

4) Quelle est la part des superficies réservées aux différentes variétés améliorées

Noms									
Superficies									

5) Citez vos critères de choix d'une variété de niébé et classer les par ordre de préférence

Critères	Rang	Commentaires

6) Quel mode de semis pratiquez vous ?

Mécanique (si oui ampleur et dites pourquoi)

Manuel (si oui ampleur et dites pourquoi)

7) Vos champs de niébé sont-ils été traités contre les insectes ?

Si oui donnez les proportions de superficies traitées

Si non dites pourquoi

8) Vos champs de niébé, bénéficient-ils d'un apport de fertilisants

Si oui donnez la proportion de superficie fertilisée

Si non dites pourquoi

9) Quelles sont les quantités de semences utilisées pour chaque variété améliorée que vous semez?

Variétés							
Quantité							

10) Quelle est la quantité de niébé que vous produisez en moyenne par an ?

11) Quelle utilisation faites vous de cette production

12) Si vous devez conserver vos récoltes, quelles technologies utilisez vous ?

13) Donnez la part de vos récoltes conservée en utilisant par

les fûts métalliques

le triple ensachage

les cendres

14) Donnez les prix unitaires et la capacité

des fûts que vous utilisez

des sacs

des récipients utilisés pour conserver avec les cendres

15) Quel est le prix de vente du kg de niébé conservé par la méthode
des fûts
du triple ensachage
des cendres
traditionnelle

16) Quel est le prix de vente du kg de niébé bruché

EVALUATION DE L'EFFICACITE D'UN ITINÉRAIRE TECHNIQUE PAR LA MÉTHODE DU DIAGNOSTIC DE L'ÉLABORATION DU RENDEMENT

APPLICATION A LA FERTILISATION DE L'ARACHIDE EN MILIEU PAYSAN

1. Justificatifs

- La décomposition du rendement utilisée depuis 1994 (rendement graines = nombre de graines x poids d'une graine) a été modifiée en 1996 pour tenir compte des avancées des travaux de Cattan au Burkina-Faso (1996). Elle comporte à présent 2 niveaux :

1. $\text{RENDEMENT GOUSSES (POIDS/HA)} = \text{NOMBRE DE GOUSSES (/HA)} \times \text{POIDS D'UNE GOUSSE (POIDS)}$,

2. $\text{REND. GRAINES (POIDS/HA)} = \text{REND. GOUSSES (POIDS/HA)} \times \text{REND. DECORTICAGE (POIDS/POIDS)}$.

Cette approche rend le diagnostic agronomique plus précis et potentiellement plus performant, car le nombre de gousses est fixé plus précocement et plus précisément dans le cycle cultural que le nombre de graines, à 50-55 jours pour une spanish de 90 jours au lieu de 65-75 jours. En outre, cette approche offre l'avantage de présenter les résultats sous une forme plus conviviale pour les partenaires de la filière arachide : rendement base coques puis rendement au décortilage, ce qui correspond aux pratiques commerciales et au processus technologique. Il est nécessaire d'enrichir ce référentiel.

- L'approche de la fertilisation est également modifiée, pour tenir compte :
 1. des particularités de l'arachide : ses besoins élevés en azote peuvent et doivent être couverts pour l'essentiel par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique ; pendant le premier mois, la nutrition azotée est assurée par les réserves de la graine puis l'azote minéral libéré en début d'hivernage par le pic de minéralisation des matières organiques du sol ; par ailleurs, le calcium nécessaire à la formation des gousses et des graines est absorbé directement par les gynophores et les gousses.
 2. des caractéristiques pédo-climatiques du bassin arachidier : sols carencés en P (excepté la région de Thiès), pauvres en bases échangeables et plus ou moins infestés de nématodes phytophages ; forte insécurité climatique limitant les possibilités d'intensification
 3. des acquis de nos prédécesseurs (synthèses IRHO 89 et 92, article Dhéry et Dreyfus 92, rapports de synthèse Clouvel 93 et 94, rapports Mayeux 94 et 95), qui font état de réponses régulières de l'arachide à la fertilisation phosphatée contrairement à la fertilisation potassique et azotée, et recommandent une fertilisation calcique même modeste pour améliorer la formation des coques et le remplissage des graines.
 4. des contraintes et des pratiques paysannes : les disponibilités en fumures organiques sont très faibles et seule une petite partie des superficies peut en recevoir à faible dose ; dans ce contexte, cette ressource est allouée au mil et non à l'arachide, ce qui est logique.
- La variété Fleur 11 est destinée à remplacer la 55-437 dans le Centre du Bassin Arachidier. Elle présente des avantages agronomiques (meilleur enracinement et meilleure production de gousses) et technico-commerciaux (gousses et graines plus grosses, permettant une meilleure

valorisation). Elle est donc susceptible de présenter une meilleure réponse à la fumure que la variété vulgarisée.

- La variabilité des rendements observée en milieu paysan reste en grande partie inexpliquée. Ainsi, pour les 15 champs de l'enquête agronomique conduite dans le village de Ndiakane en 1995 (Mayeux 1996), les rendements en gousses ont varié de 650 à 2100 kg/ha, en assez bonne correspondance avec le classement fertilité empirique des paysans mais sans liaison avec les analyses physico-chimiques du sol. Il est nécessaire d'étendre le diagnostic de la fertilité des sols à d'autres composantes.

3. Objectifs

- Tester une fertilisation minérale
 - adaptée à l'arachide et aux sols du bassin arachidier,
 - financièrement accessible et économiquement rentable,
 - et contribuant à freiner la dégradation des sols,

en précisant la variabilité des réponses selon la variété cultivée et les situations de fertilité.

- Faire progresser le diagnostic des situations de fertilité
- Compléter le référentiel composantes du rendement de l'arachide

4. Dispositif expérimental

Objets en comparaison

- fertilisation : fumure arachide *versus* témoin absolu
avec fumure arachide PCaS =
25 kg/ha de triple super phosphate incorporé à la levée
+ 75 kg/ha de phospho-gypse en top-dressing au 30e jour
- variétés : Fleur 11 *versus* 55-437

Situations de fertilité

Les 15 champs de l'enquête agronomique du village de Ndiakane (Mayeux 1996), sur précédent mil 96

Plan d'expérience

- Réseau d'essais en split-plot (1 essai par champ, randomisations selon 15 tirages indépendants)
- Facteur d'ordre 1 : variétés, facteur d'ordre 2 : fumure (de façon à avoir une puissance maximale sur l'effet fumure et l'interaction fumure-variété, mais aussi à faciliter la mise en place)
- Nombre de répétitions : 3
- Grandes parcelles : 10 lignes de 40 m, soit 200 m² (semis au semoir)
- Petites parcelles : 10 lignes de 20 m
- Surface d'un essai : $400 \times 3 = 1200 \text{ m}^2$

Conduite

Pratiques paysannes

5. Paraètres observés

Pluviométrie : réseau de pluviomètres couvrant tous les champs d'essais

Calendrier cultural : relevé des dates et des modalités d'exécution des interventions culturales pour chaque champ

Suivi des états de la culture :

- sur 2 lignes par parcelle élémentaire PE
 - densité à la levée, puis à la récolte
 - prélèvements bihebdomadaires des plants moribonds et identification des causes
 - cotations sur l'état sanitaire des cultures, suivant l'évolution des faciès parasitaires
 - prélèvement foliaire méthode IRHO pour diagnostic de la nutrition minérale (à 35 jours)
- étude de la production de biomasse :
 - prélèvements destructifs sur placettes de 2 m²

- à 25, 40, 55, et 70 (soit début floraison, pleine floraison, gousses formées et graines formées, maturité physiologique)

- séparation en feuillage, racines, nodules, gousses et graines, séchage 1 journée à 70°C et pesée

- pour les prélèvements des 55e et 70e jours, broyage pour dosage des éléments majeurs, du molybdène (Mo) et du bore (B) ; ainsi que sur un échantillon de graines à la récolte
- récolte à maturité, sur $4 \times 15 = 60 \text{ m}^2$, avec dénombrement des plants récoltés, rendement fanes et gousses, analyses technologique et sanitaire des gousses et des graines, valeur semencière des graines

Caractérisation des états du milieu :

- sur un transect à l'intérieur du champ mais à l'extérieur de l'essai, vers le 40e jour (pleine floraison), prélèvement de 5 plants et du volume de terre entourant le pivot (cylindre d'environ 1 litre), pour analyses nématologique et granulométrique du sol, mesures du pH et appréciation de l'activité biologique du sol (mesure de N WARING, éventuellement respirométrie¹ et fractions de matière organique)

Enquête sur l'historique des parcelles et les pratiques paysannes

auprès des agriculteurs, en insistant sur la fréquence et l'importance des restitutions (fumure organique) et la succession des cultures et des jachères

¹ N WARING : N minéral + minéralisable = N potentiellement disponible (incubation de 5 g de sol sec pendant 14 jours, labo M. Oliver à Montpellier)

Respirométrie : sol frais en bocal fermé, analysable à Bambeu ou Montpellier ; bon indicateur de la vie du sol, intégrant la physique du sol (espace poral, densité apparente)

Champ n° 1 Aliou Diouf Matam

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	55-437	F11	55-437	F11
PCaS	Tem	PCaS	PCaS	PCaS	Tem
112	122	212	222	312	322
Tem	PCaS	Tem	Tem	Tem	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 2 Bathé Yade

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
55-437	F11	F11	55-437	55-437	F11
Tem	PCaS	Tem	Tem	PCaS	Tem
112	122	212	222	312	322
PCaS	Tem	PCaS	PCaS	Tem	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 3 Bathé Yade (2ème champ)

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	55-437	F11	55-437	F11
PCaS	PCaS	Tem	PCaS	PCaS	PCaS
112	122	212	222	312	322
Tem	Tem	PCaS	Tem	Tem	Tem
111	121	211	221	311	321

Champ n° 4 Modou Diouf

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	F11	55-437	55-437	F11
PCaS	PCaS	PCaS	Tem	PCaS	Tem
112	122	212	222	312	322
Tem	Tem	Tem	PCaS	Tem	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 5 Modou Ngom

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
55-437	F11	F11	55-437	F11	55-437
Tem	PCaS	PCaS	Tem	PCaS	Tem
112	122	212	222	312	322
PCaS	Tem	Tem	PCaS	Tem	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 6 Aliou Faye Fouloum

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
55-437	F11	55-437	F11	F11	55-437
Tem	PCaS	PCaS	PCaS	Tem	Tem
112	122	212	222	312	322
PCaS	Tem	Tem	Tem	PCaS	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 7 Sane Thoro Diop

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	F11	55-437	55-437	F11
PCaS	Tem	Tem	PCaS	PCaS	Tem
112	122	212	222	312	322
Tem	PCaS	PCaS	Tem	Tem	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 8 Faye Gueye

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	F11	55-437	F11	55-437
Tem	PCaS	PCaS	Tem	Tem	PCaS
112	122	212	222	312	322
PCaS	Tem	Tem	PCaS	PCaS	Tem
111	121	211	221	311	321

lignes de 40 m

Champ n° 8 Fape Gueye

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	F11	55-437	F11	55-437
Tem	PCaS	PCaS	Tem	Tem	PCaS
112	122	212	222	312	322
PCaS	Tem	Tem	PCaS	PCaS	Tem
111	121	211	221	311	321

Champ n° 9 Modou Ndiaye

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	55-437	F11	F11	55-437
PCaS	PCaS	Tem	Tem	PCaS	Tem
112	122	212	222	312	322
Tem	Tem	PCaS	PCaS	Tem	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 10 Mouyè Fall Diouf

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	55-437	F11	55-437	F11
PCaS	Tem	Tem	PCaS	Tem	Tem
112	122	212	222	312	322
PCaS	PCaS	PCaS	Tem	PCaS	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 11 Aliou Sene

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	55-437	F11	55-437	F11
Tem	PCaS	PCaS	Tem	Tem	Tem
112	122	212	222	312	322
PCaS	Tem	Tem	PCaS	PCaS	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 12 Daouda Sene

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	F11	55-437	F11	55-437
PCaS	PCaS	PCaS	PCaS	Tem	PCaS
112	122	212	222	312	322
PCaS	PCaS	Tem	Tem	PCaS	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 13 Aboub Nder Faye

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	F11	55-437	F11	55-437
PCaS	PCaS	PCaS	PCaS	Tem	PCaS
112	122	212	222	312	322
PCaS	Tem	Tem	Tem	PCaS	Tem
111	121	211	221	311	321

Champ n° 14 Moune Faye

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	F11	55-437	F11	55-437
PCaS	PCaS	PCaS	PCaS	PCaS	PCaS
112	122	212	222	312	322
PCaS	PCaS	PCaS	PCaS	PCaS	PCaS
111	121	211	221	311	321

Champ n° 15 Amadou Thiaboum (2eme champ)

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
F11	55-437	F11	55-437	F11	55-437
PCaS	PCaS	Tem	PCaS	PCaS	PCaS
112	122	212	222	312	322
PCaS	PCaS	PCaS	Tem	Tem	Tem
111	121	211	221	311	321

lignes de 40 r

AGRO-ARA 97 / Ndiakane

Champ n° 13 Abdou Ndep Faye

bloc 1		bloc 2		bloc 3	
55-437	F11	F11	55-437	F11	55-437
Tem	PCaS	PCaS	PCaS	Tem	PCaS
112	122	212	222	312	322
PCaS	Tem	Tem	Tem	PCaS	Tem
111	121	211	221	311	321

lignes de 40 m

10 lignes
5 mètres

RECHERCHE DE MECANISMES DE RESISTANCE A LA SECHERESSE CHEZ DES VARIETES LOCALES DE MIL DES REGIONS DE DIOURBEL ET THIES

1. Justificatifs

Depuis quelques années, les actions entreprises pour réduire les effets de sécheresse sur la production du mil sont tournées vers la réduction du cycle de la plante. Or il est constaté depuis plusieurs années déjà des sécheresses intervenant pendant le cycle de développement des plantes. Il est alors urgent de développer des actions permettant de créer des variétés qui puissent tolérer ce type de sécheresse.

C'est ce qui justifie la mise en place de cette opération de recherche.

2. Objectifs

Etudier les relations plantes-eau dans quelques numéros de la collection des régions de Thiès et Diourbel afin d'orienter les choix de la sélection pour la tolérance intrinsèque à la sécheresse.

3. Dispositif expérimental

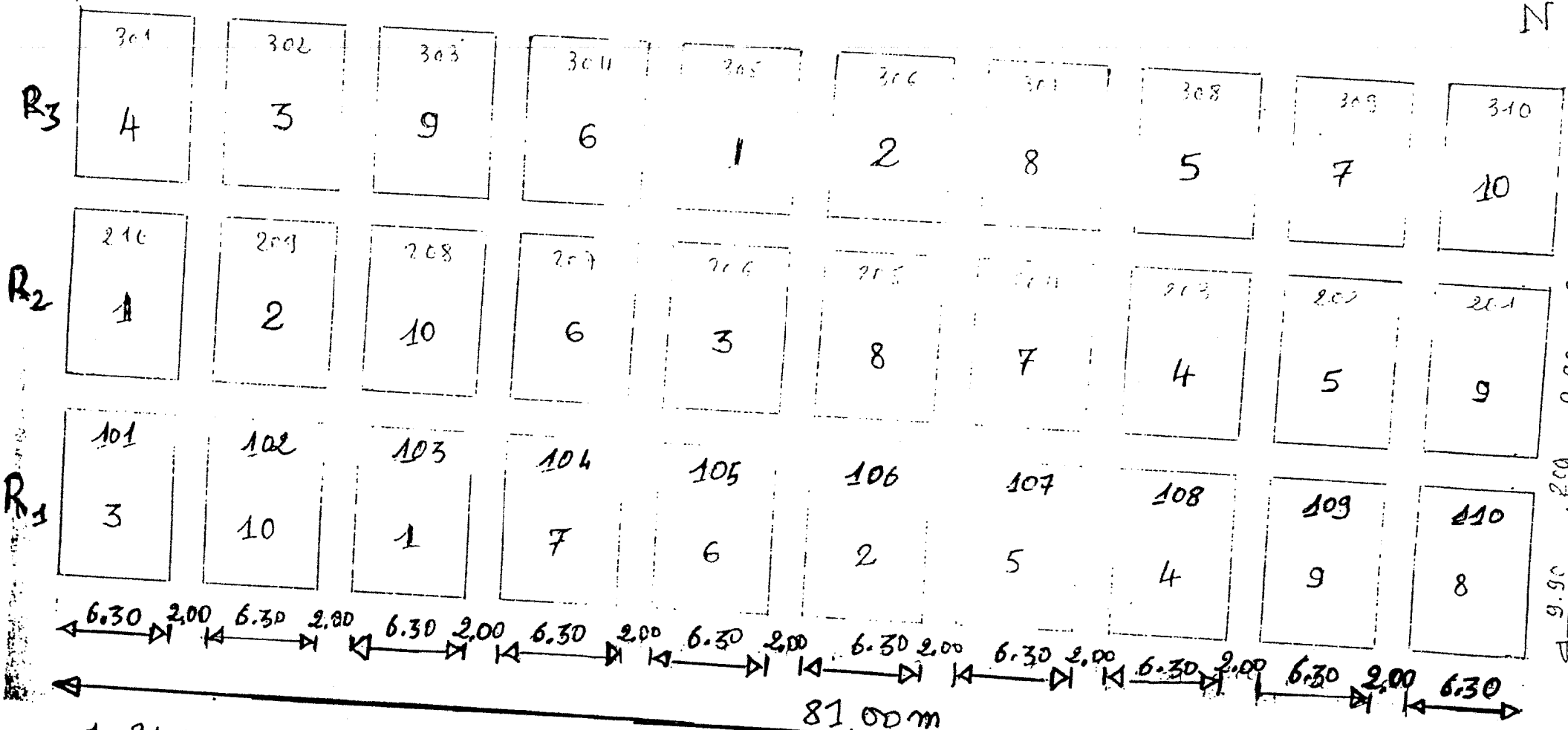
- culture pluviale au champ
- blocs Fischer randomisés :
 - 10 variétés (traitements) : PLS 94, PLS 107, PLS 112, PLS 115, PLS 129, PLS 144, PLS 170, PLS 171, PLS 176, IBV 8004
 - 3 répétitions
- écartement 0,9 m x 0,9 m
- parcelle de 8 lignes de 8,10 m de longueur
- démariage : 3 plants/poquets entre le 8^{ème} et le 15^{ème} jour après levée.

4. Paramètres observés

- suivi hebdomadaire du potentiel hydrique, du potentiel osmotique et de l'indice foliaire
- stade de 50% floraison
- stade maturité

- hauteur de la plante
- longueur épi
- poids 1000 graines
- rendement

N



- 1 - PLS 94
- 2 - PLS 107
- 3 - PLS 112
- 4 - PLS 115
- 5 - PLS 129
- 6 - PLS 144
- 7 - PLS 170
- 8 - PLS 171
- 9 - PLS 176
- 10 - PLS 180

26

TEST D'ADAPTATION DE VARIETES D'ARACHIDE INTRODUITES DE L'ICRISAT

1. Justificatifs

Des introductions variétales précoces ou semi-précoces (90-105) ont été réalisées et multipliées en 1996. Il s'agira d'évaluer le comportement de ces lignées dans nos conditions sur deux sites (Bambey et Nioro) afin de mieux cerner leur aire d'adaptation. Les témoins locaux seront GC 8-35, Fleur 11 et 55-437 à Bambey, à Nioro 73-33 sera substituée à GC 8-35.

2. Matériels et méthodes

2.1 Matériel végétal

Il est constitué de 16 variétés dont les témoins.

		1997						
IDRGVT/ICGV 87846	738	5	10	29	39	61	68	
IDRGVT/ICGV 86300	739	11	7	20	33	50	75	
IDRGVT/ICGV 87830	740	3	11	21	44	52	66	
IDRGVT/ICGV 90129	741	9	4	23	42	57	69	
IDRGVT/ICGV 90116	742	15	6	26	48	62	67	
IDRGVT/ICGV 91260	743	1	15	28	47	55	74	
IDRGVT/ICGV 90133	744	10	9	18	34	54	77	
IDRGVT/ICGV 91265	745	4	3	25	35	60	72	
IDRGVT/ICGV 90115	746	13	12	30	46	63	73	
IDRGVT/ICGV 91256	747	2	8	22	43	64	78	
IDRGVT/ICGV 90135	748	14	1	32	40	53	76	
IDRGVT/ICGV 86635	749	8	16	31	41	49	70	
IDRGVT/ICGV 90104	750	6	14	24	36	51	80	
IDRGVT/ICGV 90127	751	16	5	27	37	56	65	
Fleur 11	752	7	13	17	38	59	79	
73-33	753	12	2	19	45	58	71	

2.2 Dispositif expérimental

Le dispositif est un lattice carré 4x4 avec 5 répétitions. Les parcelles, contiguës, sont formées de 5 lignes de 6 mètres avec des écartements de 60 cm entre les lignes et de 15 cm entre les poquets à Nioro tandis qu'à Bambey les écartements sont de 50 cm et 15 cm respectivement entre les lignes et entre les poquets. Le semis est manuel à une graine par poquet.

2.3 Paramètres mesurés

Les densités à 20 jours après semis (JAS), 40 JAS et à la récolte sont relevées. La date d'apparition de la 1^{ère} fleur ainsi que celles de 50% et 100% floraison sont notées en jours après semis.

A 60 JAS, la sévérité de la cercosporiose est notée selon l'échelle de notation de l'ICRISAT (qui va de 1= pas de maladie à 9 = plus de 50% de défoliation des plantes). Cette notation se poursuit tous les 15 jours jusqu'à la récolte soit à 75 JAS, 90 JAS et 105 JAS.

A la récolte les rendements des gousses et des fanes sont calculés ainsi que le rendement au décorticage et le taux de graines semence. Le poids de 100 graines est également noté.

Les analyses sont faites à l'aide du logiciel MSTAT.

ANNEXE 2 :
DOCUMENTATION DE BASE EN BIOMETRIE

DOCUMENTATION DE BASE EN BIOMETRIE

- Ardilly, P., Les techniques de sondage, Editions Technip, 1994.
- Dagnélie P., Théories et méthodes statistiques I et II, Les Presses Agronomiques de Gembloux, 1973.
- Dagnélie P., Principes d'expérimentation, Les Presses Agronomiques de Gembloux, 1981.
- Gomez K.A., Gomez A.A., Statistical procedures for agricultural research, International Rice Research Institute, 1976.
- Fascicules de l'ITCF publiés par Le Service des Etudes Statistiques et Méthodologiques, (ITCF, 91720 Boigneville) :
 - Elaboration d'un protocole d'essai,
 - Théorie des plans d'expérience,
 - Les comparaisons de moyennes et de variances,
 - Comment interpréter les résultats d'une analyse de variance,
 - Comment interpréter les résultats d'une régression linéaire,
 - Comment interpréter les résultats d'une régression non linéaire,
 - Comment interpréter les résultats d'une ACP,
 - Comment interpréter les résultats d'une AFC,
 - Comment interpréter les résultats d'une AFD.
- Tomassone R., Dervin, C., Masson, J.P., Biométrie : Modélisation de phénomènes biologiques, Masson, 1993.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- (1) Plan stratégique de l'ISRA (1998-2003).
- (2) Dagnélie P., Statistique, Biométrie, Agronomie : Approche historique, in Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France, Vol 81 : 33-39, 1995.
- (3) Renforcement du rôle de la biométrie et de la Statistique dans la recherche agricole, Rapport analytique et recommandations d'un atelier CTA/Université de Hohenheim, 1996.
- (4) Dièdhiou M.L., Analyse critique du point de vue statistique des différents protocoles expérimentaux des essais mis en place au C.R.A. de Djibélor au cours de la campagne agricole 1986, Rapport de titularisation, 1987.
- (5) Gozé E., Letourmy P., Formation en biométrie et appui à l'élaboration des protocoles de recherche de l'ISRA, Rapport de mission, 1996.
- (6) Russel J., Conception et analyse des essais en milieu paysan, Rapport de mission, 1996.
- (7) Ardilly P., Les techniques de sondage, Editions Technip, 1994.
- (8) Dagnélie P., Théorie et méthodes statistiques, vol.2, Les Presses Agronomiques de Gembloux 1975.
- (9) Baldé M., Test de produits insecticides : Sumialpha et Sumialpha/Diméthoate en station in Rapport analytique des activités, 31-46, 1998.
- (10) Clavel D., Essai BEV 90J1, in Amélioration génétique de l'adaptation à la sécheresse de l'arachide, Quatrième rapport scientifique du Sénégal pour la campagne 1997, 45-48, 1998.
- (11) Gomez K.A., Gomez A.A., Statistical procedures for agricultural research, International Rice Research Institute, 1976.
- (12) Cox D.R., Planning of experiments, John Wiley & sons, 1958.
- (13) Fall M., Etude des effets de mélanges de phosphate de Taïba et de phosphogypse sur les cultures et les sols, Rapport analytique des activités, 1998.
- (14) Snedecor G.W., Cochran W.G., Statistical methods, Iowa State University Press, 1967.
- (15) Rapport d'activité du CNRA : Campagne d'activité 1996-1997, 15-19, 1998.
- (16) Ndiaye A., Recherches de mécanismes de résistance à la sécheresse chez des populations locales de mil des régions de Thiès et Diourbel, Rapport analytique de la campagne 1997, 1998.
- (17) Tomassone R., Dervin C., Masson J.P., Biométrie : Modélisation de phénomènes biologiques, Masson, 1993
- (18) Dagnélie P., Principes d'expérimentation, Les Presses agronomiques de Gembloux, 1975.
- (19) Philipeau G., Théorie des plans d'expériences : Application à l'agronomie, 1982.
- (20) Dagnélie P., Le choix d'une méthode d'analyse statistique et l'examen préliminaire des données, Notes de Statistique et d'informatique, Vol 2, 1989.
- (21) Bergonzini J.Cl., Analyse et planification des expériences : Les dispositifs en blocs, Masson, 1995.

(22) Steel R.G.D., Torrie J.H., Principles and procedures of statistics : A biometrical approach, McGraw-Hill Company, 1980.