

1989/44

MANIEVEL



- REMERCIEMENTS -
=====

Le présent document est le résultat d'un travail de synthèse et d'analyse sur l'expérimentation multilocale.

Je tiens à remercier :

- Famara MASSALY, Coordonnateur du Programme Semence de Prébase pour sa disponibilité et la qualité de son encadrement.
- Tous les chercheurs qui ont apporté leur appui et leurs précieux conseils pour la réalisation de ce rapport.
- Toutes les personnes qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce rapport : particulièrement Amadou DIOUF et Rosalie DIOUF du service de documentation ainsi que Mme Fatou Bintou NDAO et Isidore NDIONE qui l'ont dactylographié.

Expérimentation multilocale et transfert de technologies agricoles en milieu rural. Eléments de diagnostic et proposition pour une approche expérimentale d'élaboration de références techniques régionales, cas des variétés (Rapport de titubation).

W890027
E 144
SEN

- AVANT-PROPOS -
=====

Ce document peut certes apparaître à certains regards très critique et peu réaliste ; toutefois, il a pour objet l'élaboration d'une démarche expérimentale pour l'élaboration de références techniques régionales. C'est ce qui lui vaut par endroits son caractère très rigoureux.

Alors, il ne cherche pas à faire table-rase ou de remettre entièrement en question les démarches pré-existantes. Il apporte un plus qui n'est pas facilement très accessible car impliquant beaucoup de moyens (matériels, humains, financiers) ; mais cela ne doit pas constituer aussi un argument suffisant pour empêcher que l'on s'y repère. Le fonctionnement d'un dispositif d'expérimentation multilocale coûte nécessairement cher .

LISTE DES ABREVIATIONS UTILISEES

-----000-----

A. C. P	: Analyse en Compostantes Principales
A. F	: Amélioration Foncière
A. F. C	: Analyse Factorielle des Correspondances
A. T. A	: Agent Technique de l'Agriculture
CIMMYT	: Centre International de Mejoramiento de maíz y Trigo
C. K. C	: Che Ke Chao
D. P. C. S	: Direction de la Production et du Contrôle des Semences
D. R. P. V	: Direction de Recherches sur les Productions Végétales
DRSAEA	: Direction de Recherches sur les Systèmes Agraires et l'Economie Agricole
ICRISAT	: International Crops Research Institute for the semi-arid Tropics
I. K. P	: I Kong Pao
I. R. A	: Inspection Régionale d'Agriculture
I. R. A. T	: Institut de Recherches Agricoles Tropicales et des Cultures Vivrières
I. S. R. A	: Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
I. T. K	: Itinéraire Technique
N. P. A	: Nouvelle Politique Agricole
PAPEM	: Point d'Appui de Pré vulgarisation et d'Expérimentation Multilocale
P. T. S. V	: Plan Triennal Semencier Vivrier
S. D. C	: Système de Culture
S. D. P	: Système de Production
SODAGRI	: Société de Développement Agricole et Industriel
SODEFITEX	: Société de Développement des Fibres Textiles
SODEVA	: Société de Développement et de Vulgarisation Agricole
SOMI VAC	: Société pour la Mise en Valeur de la Casamance

.../...

S. R. D. R : Soci ét é Régi onal e de Dével oppement Rural
T. C : Tai nung Chuen
T. K. C : Tai Kao Cho
U. E : Uni té Expéri mental e

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

	Pages
Diagramme 1	
Délimitation du sujet	3
Tableau 1 : Les sites des essais multiloaux	6
Figure 1 : Régionalisation de la Recherche agronomique au Sénégal	16
Figure 2 : Effet précédent - Effet du suivant ; -Effet. -cumulatif	26
Tableau 2 : 2a - Compatibilité des cultures dans une succession culturale	34
2b - Exemple de classement basé sur le pourcentage du rendement par rapport au témoin	34
Diagramme 2	
Organigramme des actions nécessaires à la "régionalisation" de 'variétés : principaux partenaires et niveaux d'intervention	52
Tableau 3 : Essais multiloaux variétaux sorgho : niveaux et variabilité des coefficients de variation	61
Tableau 4 : Organigramme de l'analyse de variance	66
Annexe 1 : Evolution variétale selon les zones	
Annexe 2 : Dispositif expérimental essais AF	
Annexe 3 : Caractérisation des protocoles expérimentaux	
Annexe 4 : 4a - Exemple d'un schéma d'organisation de la filière Recherche-Développement	
4b - Organisation de la filière Recherche-Développement dans le cas des variétés.	

R E S U M E

Pour "construire" une démarche applicable à l'expérimentation multilocale, une analyse est faite à quatre niveaux :

- Synthèse des résultats de la recherche agronomique ;
- Critique de la méthodologie suivie ;
- Identification des principaux rôles d'un dispositif d'essais multiloaux ;
- et, propositions pour une approche expérimentale d'élaboration de références techniques régionales et de transfert.

On s'est rendu compte que la recherche a produit de nombreuses références techniques mais la méthodologie expérimentale présente souvent des insuffisances. D'autre part un dispositif d'expérimentation multilocale peut être générateur de progrès agricole s'il est bien conçu. Pour cela, la démarche proposée tient compte des principes de l'expérimentation agricole et d'extrapolation ; elle s'inspire aussi d'une approche systémique en vue de tenir compte des contraintes de transfert. Toutefois 'le fonctionnement d'un tel dispositif peut demander la mobilisation de beaucoup de moyens humains, matériels et financiers.

Mots clés additionnels : Expérimentation multilocale, références techniques régionales, démarche système, transfert, variétés.

- S O M M A I R E -

=====

	pages
- <u>INTRODUCTION</u>	1
I - <u>APERÇU SYNTHETIQUE DES RESULTATS DE RECHERCHE</u>	4
1.1 - <u>Rappel historique</u>	4
1.2 - <u>Quelques résultats synthétiques</u>	5
1.2.1 - Les différents types d'essais et niveaux de mise en place	5
1.2.2 - Résultats des essais variétaux	5
A - Arachide	5
B - Mil	7
C - Sorgho	7
D - Niébé	8
E - Riz	8
F - Maïs	8
1.2.3 - Résultats des essais agronomiques	10
A - Fertilisation minérale	10
1 - Arachide	10
2 - Mil et sorgho	11
3 - Niébé	11
4 - Riz	12
B - Précédents culturaux et successions culturales	12
C - Conservation du profil et travail du sol	13
D - Améliorations foncières.	13
- <u>CONCLUSION</u>	14
II - <u>ANALYSE CRITIQUE</u>	14
2.1 - <u>Remarques sur la conception du réseau PAPEM</u>	15
2.2 - <u>La méthodologie expérimentale</u>	16
2.2.1 - Problématique	16
2.2.2 - Les protocoles expérimentaux	19
2.2.2.1 - Description sommaire et remarques générales	19
2.2.2.2 - Analyse	20

	Pages
A - Les essais agronomiques	20
1. Améliorations foncières	21
2. Régénération du profil cultural	23
3. Systèmes de culture	24
4. Type de fumure minérale	26
5. Structure Humus	28
6. Modalités d'utilisation du fumier et doses pour la monoculture de sorgho	28
7. Amendement organique et phosphaté	29
8. Précédents culturaux	30
9. Modes de préparation du sol et dates de semis.	31
 B - Les essais variétaux.	 32
 2. 2. 3 - Les méthodes d'analyses des résultats expérimentaux	 32
2. 2. 3. 1 - Critique de la méthode	33
2. 2. 3. 2 - Considérations économiques	35
 - <u>CONCLUSION</u>	 37
 III- <u>FONDEMENTS ET ROLES D'UN RESEAU D'EXPERIMENTATION MULTILOCALE REGIONALISE</u>	 38
3. 1 - <u>Justification</u>	38
3. 2 - <u>Les différents rôles d'un réseau d'expérimentation multilocale</u>	39
3. 2. 1 - Dans la recherche agronomique appliquée	39
3. 2. 1. 1 - Coordination des actions de recherche	39
3. 2. 1. 2 - Choix d'un produit, d'une technique, test d'un système de culture	39
3. 2. 1. 3 - Détermination des besoins d'une culture et des potentialités agricoles d'un milieu	40
3. 2. 1. 4 - Amélioration de la qualité des produits	40
3. 2. 2 - Dans le transfert de technologie en milieu paysan	41
3. 2. 2. 1 - Les possibilités d'informations	41
3. 2. 2. 2 - La compétitivité	41
3. 2. 2. 3 - L'identification des contraintes de diffusion	42
 - <u>CONCLUSION</u>	 42

IV - <u>PROPOSITIONS POUR UNE APPROCHE MULTILOCALE REGIONALISEE</u>	43
4.1 - <u>Position du problème</u>	43
4.2 - <u>Les objectifs visés</u>	44
4.2.1 - Coordination des actions de recherche	44
4.2.2 - Choix et diffusion de variétés	44
4.2.3 - Identification de contraintes majeures de diffusion	45
4.2.4 - Réaménagement de la carte variétale	45
4.3 - <u>Les principes de l'approche</u>	45
4.4 - <u>Organisation du réseau</u>	46
4.4.1 - Les partenaires	46
4.4.1.1 - Besoins d'une articulation au sein de l'ISRA	46
4.4.1.2 - Création possible d'une filière de transfert	47
4.4.1.3 - Organisation de la filière	48
4.4.1.4 - Organisation au réseau d'expérimentation multilocale	51
4.5 - <u>Conception des dispositifs expérimentaux et méthodes d'étude</u>	57
4.5.1 - Choix des sites d'essais : critères de choix et règles de décision	57
4.5.2 - Dispositifs expérimentaux	58
4.5.2.1 - Stations secondaires	58
4.5.2.2 - Champs paysans	60
4.5.3 - Conception du dispositif expérimental du réseau	62
4.5.4 - Méthode d'étude	64
4.5.4.1 - Analyse agronomique et statistique	64
4.5.4.2 - Analyse économique	67
A. Principe et objectifs	67
B. Méthode générale d'analyse	68
4.6 - <u>Quelques recommandations complémentaires</u>	69
- <u>CONCLUSION</u>	70
V - <u>CONCLUSIONS GENERALES</u>	71
VI - <u>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	73
VII - <u>ANNEXES</u>	90

INTRODUCTION

Dans le cadre des orientations de la Nouvelle Politique Agricole (NPA) du Sénégal, un projet semencier, le Plan Triennal Semencier Vivrier (PTSV) d'un coût global estimé à 5, 625 milliards de F CFA (Convention N° 58 269 00 094 0M), a été conçu.

Le projet vise plusieurs objectifs dont :

- la mise en place d'un programme de multiplication qui soit cohérent avec les possibilités de cession aux utilisateurs et les impératifs qualitatifs et climatiques ;

- **et, la** réduction du coût d'intervention de l'état et du déficit semencier arachide. Entre autres mesures intégrées au projet on s'intéresse à la production et à la commercialisation exclusive de semences certifiées sur le territoire national.

On peut en particulier noter que le projet comprend un volet arachide et un volet **espèces** vivrières.

La réalisation d'un tel projet nécessite l'intervention concertée
▪ par l'intermédiaire de conventions diverses ▪ des différents intervenants de la filière semencière. C'est ainsi que le volet Recherche a été naturellement confié à l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA). Le Programme Semencier de l'ISRA est chargé aussi d'assurer la production des Semences de **prébase**, de la conduite d'une recherche sur la qualité des semences, enfin de la mise en oeuvre d'un réseau d'expérimentations **multi-locales** pluriannuelles. Ce réseau a pour objet de permettre d'étudier l'adaptabilité de nouvelles variétés aux conditions pédoclimatiques de culture.

L'ancien réseau d'essais multilocus matérialisé par les PPEM (Point d'Appui de Pré vulgarisation et d'Expérimentation Multilocale) a eu le mérite d'avoir **été**, durant ses 20 années de fonctionnement (de 1962 à 1982), un instrument efficace pour le choix et la diffusion de matériel végétal et de techniques en milieu paysan. La pertinence d'un tel réseau vis-à-vis de l'objectif d'extrapolation et de transfert de technologies agricoles se comprend aisément, car avant de multiplier une variété ou de vulgariser une technique, il faut au préalable savoir quoi multiplier ou diffuser, et pour

quelle zone.

Le travail effectué dans le cadre de ce mémoire de titularisation est une contribution au développement et/ou au renforcement de l'approche régionale en matière de mise au point de techniques et de leur diffusion. L'objectif premier de ce document est l'élaboration d'une méthodologie appropriée - c'est-à-dire qui tient compte de la diversité régionale - pour l'expérimentation multilocale.

Le présent document est constitué de quatre parties :

Aperçu synthétique des résultats obtenus en expérimentations multilocales ;

Analyse critique de la méthodologie expérimentale suivie (Protocoles expérimentaux et méthodes d'analyse).

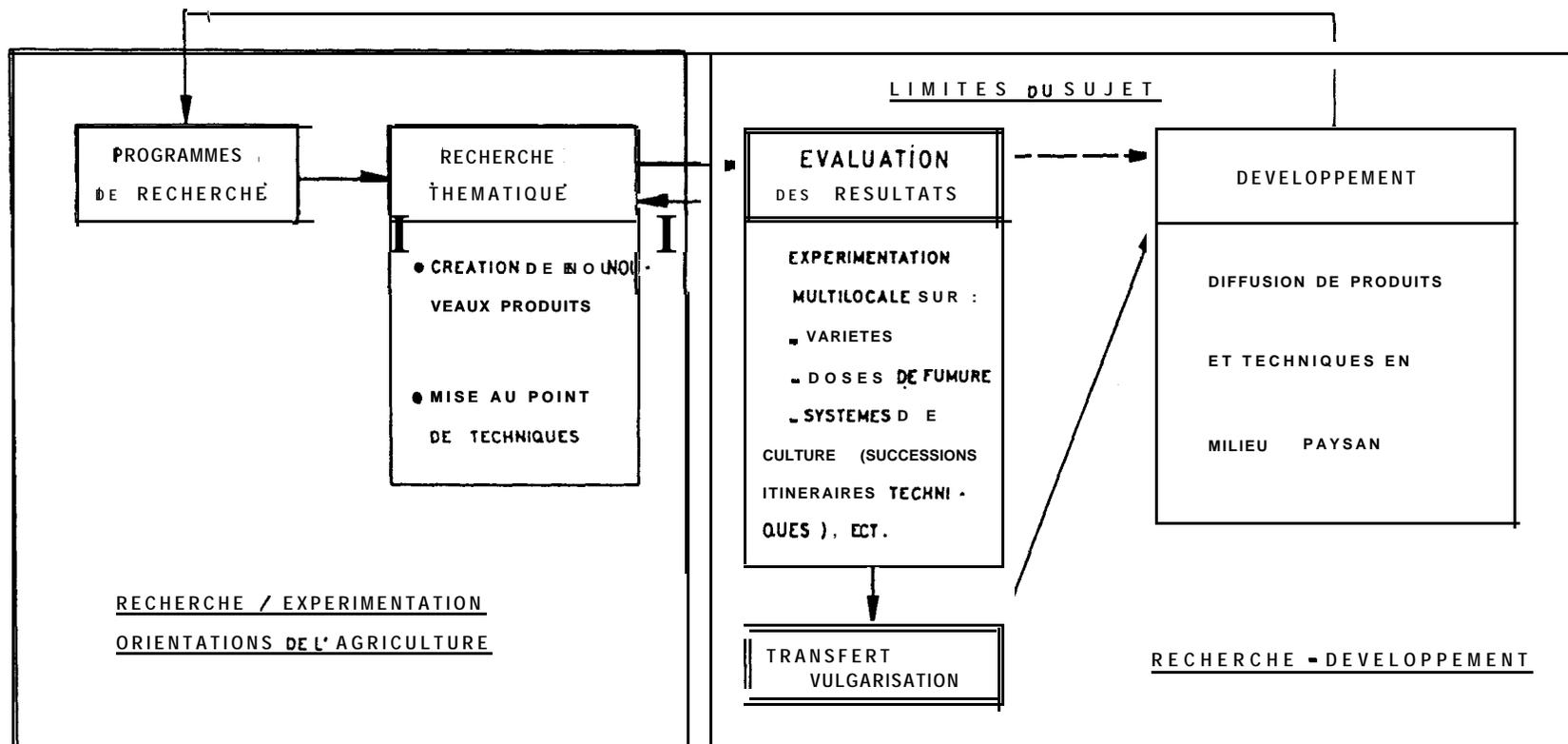
Fondements et rôles d'un réseau d'expérimentations multilocales.

Propositions pour une approche multilocale régionalisée.

Le protocole expérimental et la méthode d'analyse proposés seront développés davantage dans un document dont l'élaboration est prévue ultérieurement.

DIAGRAMME 1

DELIMITATION DU SUJET



STRUCTURES
IMPLIQUEES

RECHERCHE
DEVELOPPEMENT

RECHERCHE

S R D R
D P C S
I R A

I - APERÇU SYNTHETIQUE DES RESULTATS DE RECHERCHE

1.1 - Rappel historique

L'année 1921 marque le début de la Recherche Agronomique au Sénégal avec la création de la "Station Expérimentale" de l'Arachide de Bambey. Jusqu'à 1940 les efforts sont surtout axés sur l'amélioration de l'arachide, culture de rente et d'exportation. La sélection généalogique de l'arachide a débuté de même que la mécanisation de l'Agriculture traditionnelle avec introduction du semoir et de la houe.

De 1933 à 1936, les premières études pédologiques sont lancées ainsi que les travaux sur les cultures pratiquées en rotation avec l'arachide dans les systèmes traditionnels : mil péni cillaire (Pennisésum), sorgho (Sorghum), niébé (Vigna)...

Grâce à l'amélioration variétale (création de la 28-206) et au développement des pratiques culturales modernes, les rendements atteignent les niveaux de 8 q/ha pour l'arachide et 4 q/ha pour les céréales (mils et sorghos) dans la période 1934-1940.

A partir de 1950, les bases de l'intensification sont jetées : amélioration du milieu physique en vue de mieux exploiter les possibilités de production des **cultivars**. On note ainsi l'introduction de formules de fumure légère pour l'arachide (6-20-10) et le mil (14-7-7) à la dose de 150 kg/ha, et plus tard l'introduction de la traction animale et l'adaptation d'une chaîne d'outils (semoirs, charrues, **sarclo-bineuses** souleveuses) pour une meilleure valorisation de la fumure.

Dès 1960, la Recherche est orientée vers la mise au point de thèmes lourds. On cherche d'abord une transformation du milieu (Fertilisation forte, travail du sol, rotations culturales) et 'la diversification des cultures (introduction du riz pluvial et irrigué, du maïs, du coton, du niébé et des cultures fourragères). Des fumures fortes sont mises au point pour toutes les cultures en remplacement des fumures 'légères. L'amélioration variétale propose du matériel productif et mieux **adapté** à la sécheresse (à cycle court) et à la mécanisation (port érigé et croissance définie pour le niébé, port érigé et gousses regroupées pour l'arachide), et résistant

à certaines maladies notamment la rosette chez l'arachide. L'accent est également mis sur la mécanisation des techniques culturales en traction bovine.

Durant cette période, le souci de régionaliser la Recherche pour une meilleure adaptation des résultats a motivé la création en 1962, d'un réseau d'essais multilocaux pluriannuels matérialisé par la construction de stations expérimentales secondaires (PAPEM) dans toutes les régions agricoles du pays.

Plus tard en 1969, les Unités Expérimentales (UE) sont créées dans le but d'étudier les paramètres socio-économiques dans la création et la diffusion de technologies nouvelles - ce qui correspond à un début de démarche système - et de faciliter le transfert des résultats obtenus aux utilisateurs potentiels.

1.2 - Quelques résultats synthétiques

1.2.1 - Les différents types d'essais et niveaux de mis en place

Deux types d'essais sont mis en place : les essais agronomiques qui se regroupent en 7 thèmes et les essais variétaux relatifs aux 6 grandes cultures (Tableau 1). De ce tableau on remarque la faible répartition de certains essais agronomiques : travail du sol, culture continue, système de culture et conservation du profil cultural.

1.2.2 - Résultats des essais variétaux

A. Arachide

Plusieurs variétés sont diffusées et les résultats variétaux ont beaucoup évolué depuis 1941 (Tableau de l'annexe 1) (MORTREUIL & KHALFAOUI, 1986)

1970 : La variété 57-422 (port érigé, cycle de 110 jours) est proposée à la place des variétés 29-56 et 30-86 dans la zone centre. La 28-206 est remplacée au Sénégal Oriental par la 57-313 [variété à port érigé, cycle 125 jours].

1972 : La 69-101 est diffusée en Casamance en remplacement de la 28-206. Elle est résistante à la rosette, son port est érigé, et son cycle de 125 jours.

A. PAPEM (Pointa d'Appui Expérimentations Multilocales)

NOMBRE DE PAPEM	ANNEES DE FONCTIONNEMENT	ESSAIS VARIETAUX						ESSAIS AGRONOMIQUES							
		MIL	SORCHO	MAIS	RIZ	ARACHIDE	NIÈRE	FERTILISATION	AMELIORATION FONCIERE	TRAVAUX DU SOL	CULTURE CONTINUE	SYSTEMES DE CULTURE	CONSERVATION PROFIL	PRECEDENTS CULTURAUX	
CASAMANCE															
Sindian	1964/68				X			X	X					X	
Ndieba	1968/74				X			X	X						
Maniora II	1968/82							X	X						
Dioulacolom	1968/74				X	X		X	X						
Diana-Ba	1975/82				X	X		X	X						
Knampore	1972/82				X	X		X	X						
Sefa	1963/83		X	X	X	X	X	X	X						
Vélingara	1964/3		X	X	X	X	X	X	X		X			X	
DIOURBEL															
Louga	1968→					X		X	X	X					
-Ndiemane	1968-r		X					X	X			X	X		
Tip	1963/69	X				X		X	X						
SENEGAL ORIENTAL															
Sinthiou	1964/83		X	X					X						
Maka	1964/81	X	X	X	X	X		X	X		X			X	
Cotiary	1964/73				X	X			X					X	
Missirah	1968-r		X		X	X			X						
Kédougou	1964/67	X	X		X	X			X						
SINE SALOUM															
Ndouloumadji															
Boulel	1963/84					X			X						
K. Yoro Dou	1963/74	X	X			X			X						
Nioro	1963→		X			X			X	X			X		
K. Samba	1963/75	X	X	X	X	X			X					X	
Thyssé Kaymor	1969→								X						
THIES															
robots	1965/72	X				X	X		X						
Thiénaba	1968/83	X	X			X			X		X				
Rof	1965/71		X						X						
Thilmakha	1972/3					X			X						

B. ESSAIS DIFFUSES (Liste partielle)

SITES	ESSAIS VARIETAUX						
	MIL	SORCHO	MAIS	RIZ	ARACHIDE	NIÈRE	FERTILISATION
CASAMANCE							
Mampalago				X			
Simbandi				X			
Thiar				X			
Kihm		X					
Bassef				X			
Tobor							X
Oussouye				X			
DIOURBEL							
K. Momar Sarr					X		
Linguère					X		
Nbédiène					X		
Louga					X		
Mbacké					X		
Silane					X		
Kébémér					X		
Touba					X		
SENEGAL ORIENTAL							
Xédougou				X			
SINE - SALOUM							
Gosses							
K. Madiabel					X		
Fatick					X		X
Ouack el Gouna							
Ouadiour							
THIES							
Tivaouane					X		
Fissel	X				X		
Nguékokh	X				X		
FLEUVE							
Natan			X	X			X
Dagana							
Mbane				X		X	X
Savoigne				X			X

Source : ISRA, 1985 in "la Recherche Agronomique pour le milieu paysan".

1978 : Deux variétés dormantes à port érigé sont vulgarisées. Il s'agit de la 73-30 (cycle de 95 jours) en remplacement de la 47-16 dans la zone nord et de la 73-33 (cycle 105 jours) proposée pour les zones Centres.

1983 : La physionomie de la carte variétale est la suivante :

55-437 est recommandée pour la zone nord
73-30 est recommandée pour le Centre nord
73-33 et 55-422 sont recommandées pour le Centre
28-206 est recommandée pour le Centre sud
69-101 est recommandée pour la Région de Casamance
57-313 est recommandée pour la Région du Sénégal-Oriental

1986 : La 73-33 remplace la 28-206 dans le Sine-Saloum et la 57-313 en partie au Sénégal-Oriental ; la 73-30 se substitue à la 57-422.

B. Mil

1969 : La Souna II (variété synthétique) est la seule variété proposée à la vulgarisation par la Recherche.

1972 : Souna III (variété synthétique, cycle 85 à 95 jours) est diffusée. Actuellement d'autres variétés sont aussi en vulgarisation : les cultivars IVB 8001 et 8004 issus du programme ICRISAT, et les variétés GAM 8203 (H 766) GAM 8301 et GAM 8501.

C. Sorgho

1971 : Plusieurs cultivars sont vulgarisés (ETASSE & LAURENT, 1970)

51-69	Cycle	107 jours	Fellah blanc	106 jours
56-63	Cycle	92 jours	Kinto	114 jours
63-13	Cycle	70 jours	Sambassouky	93 j en hiverhage
50-59	Cycle	58 jours		100 j en décroue
CB	Cycle	94 jours	SH 60	94 jours
Bassi Tourka		102 jours	Bassi Nbodiène	113 jours

Actuellement les variétés suivantes sont également disponibles :

CE 90	612 A x 7514
CE 145 66	612 A x 73200
CE 151	ssv5
612 A x 6829	

D. Ni ébé

Les principales variétés vulgarisées sont :

1965 : 58-57 pour les zones Nord et Centre, 59-9 pour le Sud et le Sud-Est

1970 : Diambour et Mougne pour les zones Nord et Centre

1974 : Bambey 21 pour le Nord et le Centre Nord

1985 : CB5 pour les zones Centre Nord et Nord.

E. Riz

Comme pour l'arachide, d'importants progrès sont réalisés en amélioration variétale du riz et les essais multilocaux ont abouti au choix et à la diffusion de nombreuses variétés pour la riziculture irriguée et la riziculture pluviale (stricte ou de nappe) suivant le tableau de la page 9.

F. Maïs

On peut citer les résultats ci-dessous :

ZM 10 : population locale de Casamance améliorée. Elle est recommandée pour les zones de Casamance, sud Sine-Saloum et Tambacounda dans les systèmes semi-intensifs. Le cycle est de 90 jours et les rendements 3-4 t/ha.

BDS III : hybride complexe, cycle 85-90 jours et rendements potentiels de 4 à 5 t/ha. Il est destiné au système intensif.

JDB : cette variété est destinée aux zones Centre sud et sud. Le cycle est de 81 à 90 jours.

Variétés de riz recommandées pour la riziculture pluviale et irriguée.

Variétés	Type de riziculture	Rendement potentiel (t/ha)
DJ-11-509	Pluviale stricte	5
DJ-8-341		4,5
SE-319 G	Pluviale de plateau	4
SE-302 G		5
IRAT 10		5
DJ- 12-223	Pluviale de nappe	4,5
IKONG PAO	Pluviale de nappe et irriguée	5 en culture pluviale 6 irriguée de saison des pluies 9 irriguée de saison sèche
KSS	irriguée	8
BR-51-118-2	irriguée	6
IR-1529-680-3	irriguée	8 dans la vallée du fleuve
DJ-648 D	eau douce submersion peu profonde	4 à 5,5 en Casamance 6,5
IR8	peu profonde	7 en saison des pluies
	irriguée	10
JAYA	irriguée	8
IR 442	irriguée	8
	submersion profonde	5,5
APURA	"	6
D 52-37	"	5 en saison de pluies
	irriguée	7 en saison sèche

Source : SENE, 1987 in "Aperçu des technologies agricoles disponibles au Sénégal".

Synthétique C : pour la zone sud, cycle de 90 jours et rendement potentiel 4 t/ha HVB 1 et 2 : hybride simple à cycle de 85-90 jours. Il est plus résistant à la sécheresse que BDS III et ZM 10.

Compositie jaune (CP 75) : cycle de 75 jours, rendement 2 t/ha

1.2.3 - Résultats des essais agronomiques

A. Fertilisation minérale

Les essais fertilisation minérale ont conduit à la proposition de nombreuses formules pour les principales cultures.

1 - Arachide

Les recherches ont été orientées sur les thèmes d'intensification à l'échelle de toute la rotation. L'IRAT propose en 1963, 4 types de fumure (NPK + S) à la dose 150 kg /ha dans le bassin arachidier (ISRA, 1980).

12 - 10 - 10 + 12	Pour les zones de Louga et Mékhé
10 - 14 - 8 + 10	Pour la zone de Tivouane
10 - 0 - 30 + 10	Pour la zone de Thiès
6 - 20 - 10 + 8	Pour le nord Sine-Saloum
6 - 20 - 10 + 8	Pour le sud Sine-Saloum

Au même moment les possibilités d'utilisation des phosphates naturels ont conduit à la définition de la fumure étalée sur l'ensemble de la rotation : jachère brûlée ou enfouie-arachide-mil-arachide avec les doses suivantes :

- 500 kg/ha de phosphate tricalcique sur jachère ou engrais vert enfouis
- 50 kg/ha de potasse, sous forme de chlorure, sur la première arachide
- 60 kg/ha d'azote, sous forme de sulfate d'ammoniaque
- 50 kg/ha de potasse sous forme de chlorure sur la deuxième arachide.

Cette fumure a connu par la suite des modifications en raison des déséquilibres révélés par la végétation et les bilans minéraux.

A partir de 1968, l'azote est apporté sous forme d'urée pour éviter l'acidification des sols par l'utilisation du sulfate d'ammoniaque.

En 1972, pour faire face à la disparition des jachères et à l'accentuation du déséquilibre minéral, l'IRAT propose les formules suivantes :

6 - 20 - 10 en fumure légère

8 - 1 % 27 et 10 - 21 - 21 + urée en système semi-intensif.

En 1975, l'ISRA recommande :

▪ Thèmes légers

150 kg/ha de 10-10- 8 dans le nord

150 kg/ha de 6-10-20 dans la zone de Thiès

150 kg/ha de 6-20-10 dans le Centre nord

150 kg/ha de 8-18-27 au Sine-Saloum, au Sénégal Oriental et en Casamance.

▪ Thèmes semi-intensifs et intensifs .

150 kg/ha de 8-18-27 après phosphatage de fond.

2 - Mil et sorgho

En 1963, l'IRAT recommande pour les céréales la formule unique 14-7-7 + 16 S à la dose 150 kg/ha.

En 1972, les propositions sont faites suivant trois niveaux d'intensification :

- Système peu intensifié : 150 kg/ha de 14-7-7 pour le mil dans la zone nord
- Système semi-intensif : 150 kg/ha de 10-21-21 + 100 kg d'urée en complément pour le mil dans la zone sud
: 150 kg/ha de 10-21-21 + 150 kg d'urée en complément pour le sorgho dans la zone sud.

3 - Niébé

En 1970 les pratiques de fertilisation proposées sont :

150 kg/ha de 6-10-20 pour la zone de Bambey

150 kg/ha de 6-20-10 pour la zone de Louga

En 1974 on propose :

- Système peu intensifié 150 kg/ha 6-20-10
- Système semi-intensif 150 kg/ha 8-18-27
- Système intensif 200 kg/ha 8-18-27

4 - Riz

Pour le riz pluvial, les propositions sont depuis 1974 :

Variétés	Fumure légère	Fumure semi-intensive	intensive
TS - 123,	100 kg/ha 8-18-27 + 50 kg/ha urée	150 kg/ha 8-18-27 + 100 kg/ha urée	250 kg/ha 8-18-27 + 200 kg/ha urée
IKP ou 3026	150 kg/ha 8-18-27 + 75 kg/ha urée	200 kg/ha 8-18-27 + 150 kg/ha urée	"

Source : SENE, 1987 in "Aperçu des technologies agricoles disponibles au Sénégal".

B. Précédents culturels et successions culturales

Les études faites pour le compte de l'IRAT sur différentes localités (Nioro du Rip, Keur Samba, Maka, Sinthiou Malème, Missira, Cotiary, Vélingara et Séfa) ont conduit aux recommandations suivantes (tableau 2a)⁽¹⁾: l'arachide et le coton sont de bons précédents pour les céréales, le mil et le maïs sont de bons précédents pour l'arachide et le cotonnier, le sorgho est un précédent dépressif en sol sableux de même que le riz pluvial, la monoculture est à éviter sauf en cultures de case ou en sol argileux.

En 1974, des successions culturales sont proposées pour différentes zones :

(1) Ces résultats qui ne correspondent plus avec la réalité doivent être réactualisés.

Souna-arachide sur Thiès et Diourbel en sol dior.

Souna-arachide-sorgho-arachide en **deck** pour la zone de Ndiémane.
Maïs-cotonnier, arachide-souna et sorgho-arachide au Sine Saloum méridional.

Maïs-arachide-riz pluvial-arachide en moyenne Casamance.

C. Conservation profil cultural et travail du sol

Ces essais ont montré l'efficacité du travail profond du sol notamment le labour pour améliorer le profil cultural. Les labours d'enfouissement de matière végétale (paille ou matière verte) sont jugés particulièrement intéressants. Ils ont un effet plus durable sur l'état physique du sol et les rendements.

Il a été mis en évidence l'existence d'interaction labour-engrais minéral. En effet l'enfouissement simultané d'une jachère ou d'un engrais vert et d'une forte dose de phosphate tricalcique favorise l'effet du phosphate.

Par ailleurs les essais mode de préparation du sol x date de semis conduits à Sinthiou Malème et Nioro du Rip, ont montré la supériorité du semis précoce et la faible influence de l'époque de labour sur les rendements des cultures. Toutefois le labour en sec est inférieur au labour en humide. Pour les cultures (arachide, cotonnier, sorgho) la technique recommandée pour le paysan est le labour de fin de cycle. Son intérêt est qu'il favorise dans tous les cas la précocité de semis en milieu paysan.

D. Amélioration foncière

L'IRAT a estimé que l'amélioration foncière des sols est la principale voie d'approche de leurs potentialités. Elle a été envisagée selon trois voies complémentaires :

- transformation de l'état physique des sols par un travail profond ;
- fertilisation minérale ;
- et, amélioration du stock organique du sol.

Des essais ont été conduits dans le bassin arachidier nord (Louga, Forbote, Tip, Thiénaba) au Sine-Saloum (Boulel, Ni oro, Keur Samba, Toubacouta, Keur Yoro Dien) au Sénégal Oriental et Haute casamance (Sinthiou Malème, Maka, Cothi ary, Missirah, Vélingara). Trois thèmes ont fait l'objet de comparaison : techniques traditionnelles (Foxta), thèmes semi-intensifs (F₂ x T₂) et intensifs (F₃ x T₃) sur des cultures en rotation quadriennale ; F₃ correspond à une fumure forte permettant de compenser les exportations, et T₃ un travail du sol à 20 cm de profondeur (labour).

Les résultats obtenus à partir de ces essais ont montré que les thèmes semi-intensifs sont les plus favorables à une amélioration de l'agriculture (TOURTE, 1971) pouvant assurer un niveau de production satisfaisant pour l'exploitation paysanne. Des conclusions comparables sont obtenues dans la période 1976-1981 suite à un remaniement du dispositif expérimental lié à la prise en compte de nouveaux acquis.

CONCLUSION

Ce bref aperçu synthétique sur les résultats de l'expérimentation multilocale permet de retenir deux constats :

a) - Le réseau d'expérimentation multilocale PAPEM a été un aboutissement de la logique évolutive de la Recherche Agronomique au Sénégal (IRAT, 1974) ;

b) - Ce réseau a constitué un outil précieux pour l'adaptation et la diffusion des résultats de recherche.

Toutefois, cela ne justifie en rien sa perfection et les résultats méritent une analyse approfondie de manière à juger de leur valeur régionale.

II - ANALYSE CRITIQUE

Ce chapitre n'a pas l'ambition de faire une analyse en tant que telle sur les données recueillies dans les essais multilocaux. Cela demanderait - par rapport à l'objectif d'extrapoler les résultats - à la fois :

- de raisonner (ou discuter à posteriori) la répartition des expérimentations dans l'espace. Tous les cas (milieu, système de culture) ont ils été explorés ? (MEYNARD et al, 1988) ;

création en 1962 à l'étude des problématiques régionales et locales (TOURTE cité par THIAM, 1988), et à la vulgarisation d'innovations (variétés et techniques) jugées intéressantes par le biais de l'expérimentation et d'essais de démonstration.

Cependant, il n'a pas suffisamment pris en compte les conditions réelles de production agricole. En effet le dispositif ne reflète pas fidèlement les réalités agricoles ; il n'a pas intégré la diversité des pratiques culturelles des paysans (CAPILLON, 1985) dans l'adaptation des thèmes (BOIFIN et al., 1981) dont la finalité souhaitée est l'adoption par l'unité de production paysanne.

L'intégration de la diversité concerne les pratiques agricoles dominantes au niveau régional que l'on peut modéliser (diagramme 2, quatrième partie) dans le but d'en tenir compte dans le travail d'adaptation.

Par conséquent la "démarche PAPEM" est caractérisée par une insuffisance qui se résume à l'absence d'"approche système" et le manque de références techniques valables pour le système paysans dans les résultats obtenus.

Cette insuffisance pourrait constituer un obstacle dans l'esprit de transfert affiché par les objectifs du réseau même, considéré comme étant un vrai lieu de dialogue entre la Recherche, le Développement et le Paysannat.

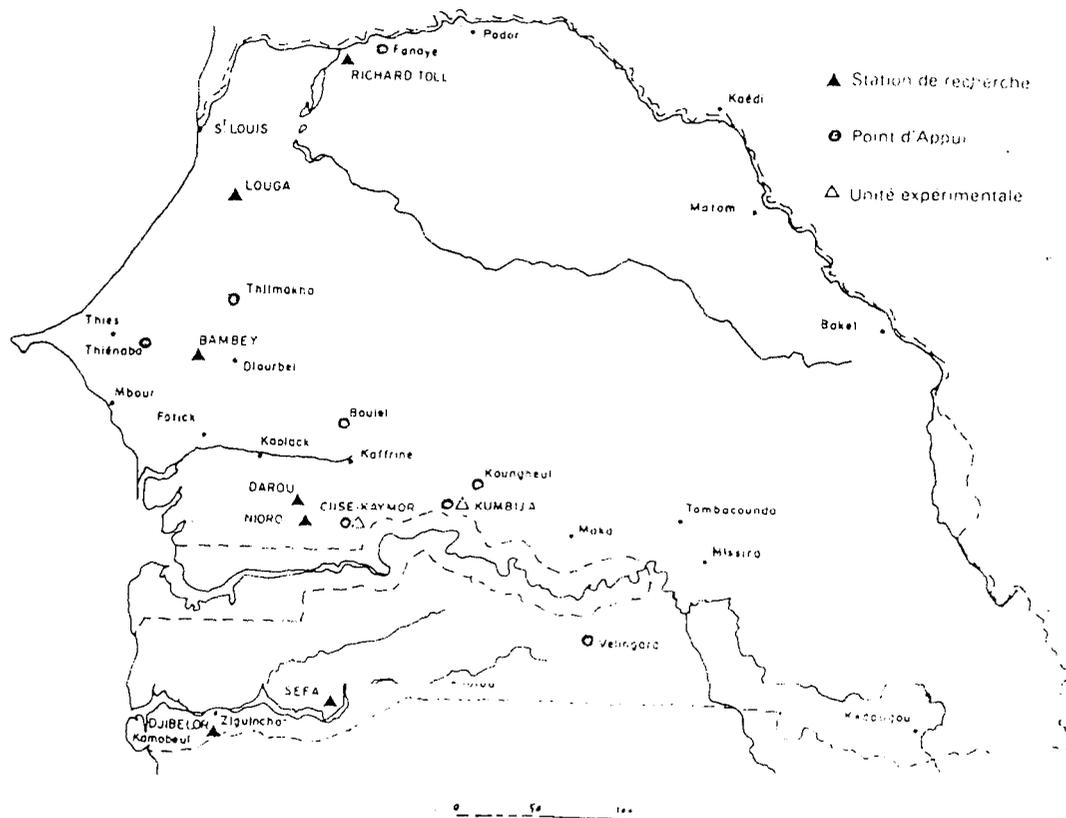
2.2 - La méthodologie expérimentale

2.2.1 - Problématique.

En Agriculture, pour une culture donnée, le rendement varie d'une année à l'autre (variabilité interannuelle des rendements) et d'un milieu à l'autre (variabilité spatiale de la production entre régions agricoles, variabilité du rendement entre exploitations agricoles).

L'existence inévitable d'une telle variabilité exige l'identification et la hiérarchisation des facteurs qui limitent le rendement, si l'on veut définir des modifications techniques capables d'améliorer la production. On a besoin pour cela d'avoir une démarche dite de diagnostic

Figure 1 : REGIONALISATION DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE AU SENEGAL.

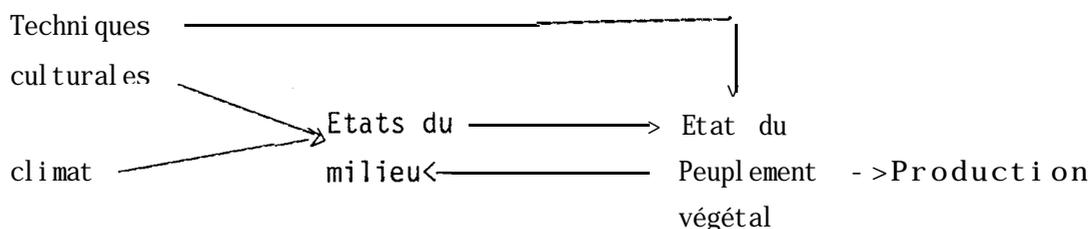


Source : BENOIT-CATTIN, 1986 in "Les unités Expérimentales du Sine-Saloum".

(BOIFFIN et al, 1981 ; MEYNARD et DAVID, 1987) visant à identifier à postériori des caractéristiques du milieu et du système de culture ayant influencé la production.

Or les liaisons entre techniques et rendement, climat et rendement, type de sol et rendement ne sont pas stables et les interactions sont nombreuses et complexes. Pour vérifier la réalité des liens de cause à effet, il est nécessaire de contrôler des variables d'état du système constitué par le champ cultivé susceptibles de révéler spécifiquement l'effet des différents facteurs limitants.

Ainsi le diagnostic doit chercher à reconstituer à postériori le processus d'élaboration de la production illustré par le schéma (SEBILLOTTE, 1986 ; MEYNARD, 1987).



C'est un processus dynamique car les états du milieu changent au cours du cycle, de même que les exigences de la culture ou les conséquences d'un état défavorable sur la production. La réalisation du diagnostic suppose donc deux étapes :

- détermination de la (des) phase (s) du cycle où la production a été affectée (en quantité ou en qualité) qui demande un suivi et une caractérisation du fonctionnement du peuplement ;

- et, identification des facteurs ou conditions du milieu qui ont été défavorables pendant cette ou ces phases.

La démarche de diagnostic est fondamentale dans la conception et le contrôle des essais agronomiques, desquels on doit tenter de répondre à chaque fois à deux types de questions (SEBILLOTTE, 1987) :

a) les actes techniques sont-ils vraiment la cause des effets observés ?

Cette question justifie l'importance de la possibilité de séparation des effets de traitements.

- b) peut-on extrapoler à d'autres situations culturelles les résultats obtenus ? Celle-ci guide la régionalisation des dispositifs expérimentaux.

La réponse à la première question exige une expérimentation rigoureuse avec une bonne définition des traitements, un dispositif expérimental adéquat et une analyse approfondie. La réponse à la seconde implique en plus, une recherche de la stabilité de l'explication dans une large gamme de situations culturelles et la mise en évidence des contrôles dominants nécessaires à la vulgarisation.

Dans le souci de bien asseoir le jugement sur la validité des résultats des essais du réseau PAPeM, on se référera aux trois instruments de mesure : questions soulevées, démarche de diagnostic et principes de l'expérimentation agronomique (randomisation, répétition, contrôle de l'erreur) mais le nombre de répétitions doit être un compromis entre les moyens et les exigences statistiques.

2. 2. 2 - Les protocoles expérimentaux

2. 2. 2. 1 - Description sommaire et remarques générales

L'ensemble des protocoles expérimentaux élaborés pour la conduite des essais du réseau PAPeM s'inscrit dans un cadre général présentant les objectifs visés pour chaque type d'essais, le lieu de réalisation, le dispositif expérimental mis en oeuvre, les traitements appliqués, les conditions de réalisation des essais (choix des emplacements, description des itinéraires techniques de mise en place et de conduite des cultures) et le plan détaillé de l'expérience. La méthode d'analyse n'y est pas présentée. Or il ne s'agit pas seulement d'identifier les facteurs à étudier, de les recenser, de définir les traitements et choisir un dispositif expérimental ; il convient également de se soucier davantage des possibilités d'exploiter les données à recueillir.

L'élaboration de la méthode d'analyse des données tient place dans la rédaction du protocole expérimental. Elle offre la possibilité de vérifier à priori {avant la mise en place de l'essai) la cohérence du plan d'expérience choisi et l'adéquation entre les objectifs recherchés et le plan. Cette procédure bien qu'elle ne soit pas obligatoire donne également l'avantage de pouvoir organiser en conséquence la collecte des données et de définir le modèle mathématique de l'expérience qui intègre les questions

posées au préalable. Par exemple lorsque l'on cherche à comparer les effets de différents traitements sur le rendement d'une culture donnée selon le dispositif expérimental en blocs et par la méthode d'analyse de la variance, on retient le modèle :

$$\begin{array}{ccccccccc}
 X_{ij} & = & \mu & + & B_i & + & \pi_j & + & Z_{ij} \\
 \downarrow & & & & & & \downarrow & & \downarrow \\
 \text{Rendement} & \text{espéré} & \text{Effet moyen} & & \text{Effet du} & & \text{Effet bloc} & & \\
 \text{d'une parcelle} & = & \text{du champ} & + & \text{traitement} & + & \text{auquel} & + & \text{erreur} \\
 \text{de l'essai} & & \text{d'essai} & & \text{reçu par} & & \text{appartient} & & \\
 & & & & \text{cette par-} & & \text{cette} & & \\
 & & & & \text{celle} & & \text{parcelle} & &
 \end{array}$$

On se rend compte que le modèle est par construction additif, le rendement étant le résultat de l'addition d'un effet traitement et d'un effet bloc (avec en plus un effet champ). L'hypothèse émise est l'absence d'interactions entre les traitements et les blocs, c'est-à-dire que les différences observées entre les traitements sont les mêmes pour tous les blocs. Cette hypothèse guide le choix du champ d'expérience (on s'intéresse à un terrain homogène en vue de diminuer le risque d'existence de cette interaction) et l'analyse statistique des données (vérification de la validité du modèle, vérification des hypothèses).

Les dispositifs expérimentaux utilisés sont le dispositif simple en blocs de Fisher dans le cas des essais simples et le dispositif en blocs factoriels pour les essais complexes (variétés-fumure ou variétés-fumure-date de semis,...). Des essais sorgho comportant un effectif de 25 variétés sont conduits avec un dispositif lattice carré.

Si l'on considère l'aspect multilocal et pluriannuel (tableau 1, 2 et 3 annexe 3), on remarque en général que les protocoles expérimentaux sont constants pour un même type d'essai (répétitions, surface utile, écartements, etc.). Par contre des informations très utiles dans l'interprétation des résultats (type de sol, histoire des parcelles) n'y figurent pas de même le nombre de sites considérés n'y est pas défini.

2.2.2.2 - Analyse

A. Les essais agronomiques

1 - Améliorations Foncières (AF)

Les essais visent une appréciation régionale de la potentialité de production végétale grâce à la pratique d'Améliorations Foncières de longue durée et à dégager les effets du travail du sol et de la fertilisation minérale et organique à trois niveaux : techniques culturales traditionnelles, thèmes semi-intensifs et thèmes intensifs. On cherche également à faire ressortir la possibilité de maintenir et d'améliorer d'une manière durable la fertilité des terres cultivées. Le dispositif de l'essai est en blocs et les traitements au nombre de neuf, font intervenir un jeu de combinaison fumure - travail du sol.

Sur le plan expérimental plusieurs insuffisances sont identifiées : la randomisation du dispositif statistique est systématique au sein des blocs (annexe 2) et le nombre de répétitions faible. Il est bon de rappeler que la randomisation est un moyen efficace de contrôle de l'hétérogénéité locale du sol. Elle permet une répartition équitable des variations locales de fertilité entre tous les traitements, conformément à l'hypothèse d'indépendance des erreurs. Par conséquent aucun traitement ne subit une influence systématique de l'hétérogénéité du sol ou n'est favorisé par rapport aux autres. La taille des parcelles (400 m²) pourrait compenser l'insuffisance des répétitions si l'hétérogénéité du terrain était à priori contrôlée (essais d'uniformité). D'autres insuffisances existent dans l'aspect agronomique de l'essai.

a) les successions culturales varient d'un bloc à l'autre : à chaque bloc correspond une rotation quadriennale. C'est à dire pour une même année, les cultures ou le rang des cultures dans la succession sont différents entre les blocs. Cette conception de l'essai introduit systématiquement une source de variation supplémentaire non contrôlée des conditions d'expérience entre les différents blocs. En effet les cultures ne sont pas conduites suivant les mêmes itinéraires techniques (date de réalisation des travaux culturaux, techniques culturales selon la culture) ; cela peut majorer l'hétérogénéité inter-bloc et par conséquent l'interaction blocs traitements que l'on cherche à minimiser en adoptant un dispositif en blocs complets. Etant donné que les cultures mises en place ne constituent pas de traitements (les successions culturales aussi), il se pose d'avantage de soucis quant à la précision de l'essai et la validité des résultats obtenus. Dans ce cas une comparaison entre traitements devient très difficile (nécessité d'introduire des covariables) voire impossible, et on ne sait plus vérifier leurs effets.

b) le manque de contrôle sur le milieu de culture rend difficile toute interprétation agronomique des différences de rendement qui apparaissent entre traitements. Ce fait est en contradiction avec les principes mêmes de l'expérimentation agronomique (et de l'expérimentation en général) qui exige en plus de la provocation des phénomènes l'explication des effets constatés.

En rapport avec l'objectif d'un tel essai qui est l'élaboration de références techniques régionales destinées à améliorer la fertilité (physique et chimique) du milieu de culture, le rendement brut devient insuffisant comme seul critère d'évaluation des traitements. Il serait donc plus judicieux de mettre en oeuvre des moyens techniques permettant donc d'identifier *et/ou* d'évaluer les effets traitements sur l'état physique et chimique du sol, et sur le fonctionnement du peuplement.

L'importance d'un contrôle sur les états du sol se justifie pour des raisons diverses :

- les effets bénéfiques du travail du sol notamment le labour dans les systèmes semi-intensifs et intensifs ne sont pas toujours garantis. Ils dépendent de la qualité du sol et des conditions d'humidité du sol. Ils méritent donc être vérifiés à *posteriori*.

- la matière organique peut influencer différemment l'état structural et l'état chimique du sol (libération en quantités variables d'ions nitrates et potassiques suivant le degré de minéralisation) selon les conditions de minéralisation du milieu (aération, activités des microorganismes) ;

- *et*, la dynamique des éléments fertilisants et leur utilisation par les plantes cultivées dépendent en partie de la structure du sol, des conditions d'humidité, de la composition de la matière organique (rapport carbone/azote) et du développement spatial des systèmes racinaires.

Ce contrôle demande une caractérisation des états du milieu en début de mise en place des essais, un contrôle de l'évolution de ces états et un contrôle sur la croissance de la (des) culture (s). On peut pratiquer la méthode du profil cultural en ce qui concerne les états physiques du milieu et l'appareil racinaire. Cette caractérisation consiste à faire une cartographie structurale (MANICHON, 1982 et 1986) et racinaire (TARDIEU et MANICHON, 1986 II) dont l'objectif est la prise en compte de la variabilité spatiale de

la structure du sol et de la géométrie des enracinements (TARDIEU et MANICHON, 1987 a et b), qui est un critère d'évaluation actuelle du fonctionnement hydrique des racines (TARDIEU, 1985 et 1987 c). Le contrôle chimique exige des prélèvements d'échantillons de sol pour un suivi de la dynamique des teneurs en éléments fertilisants comme l'azote, et l'évolution du pH.

La mise en correspondance entre les différents états observés du milieu et du peuplement végétal permet de se rendre facilement compte dans quelle mesure les traitements appliqués ont affecté le fonctionnement et la production de la culture.

Dans le cas précis de l'aspect fumure de ces essais Améliorations Foncières, les objectifs visés laissent penser à une fumure de restitution ou d'enrichissement. Mais quelque soit le type de fumure, l'absence de contrôle à la fois sur le sol et les plantes n'est pas en accord avec les principes de base des techniques de fertilisation minérale : détermination des besoins des plantes et de la fourniture du sol.

En définitive, le protocole expérimental des essais Améliorations Foncières est donc incomplet et ne permet pas une bonne identification des effets individuels des traitements.

2 - Régénération du profil cultural

Les essais avaient pour objet :

- d'étudier les différentes façons d'accélérer la régénération du profil cultural ;
- de limiter les exportations ;
- et, de fixer l'amélioration du profil cultural par une intervention plus fréquente du labour et de l'enfouissement de matière végétale.

Le dispositif expérimental est en blocs de Fisher. Les traitements correspondent aux différents modes de traitements de la jachère ou des résidus de récolte (labour d'enfouissement, brûlis enfoui ou non, fauche et mulch) dans une rotation quadriennale : jachère ▪ cotonnier ▪ sorgho ▪ arachide. L'essai est conduit en quatre séries décalées d'un an les unes après les autres.

Le dispositif expérimental étant bien choisi, les remarques vont surtout à l'endroit de la conception agronomique de l'essai. Le décalage des séries crée des soles différentes entre les séries mais la sole est unique dans chaque série. On peut penser que chaque série est considérée comme étant une situation culturale et les comparaisons sont au sein de chaque série. Autrement on ne peut envisager de les comparer que si elles sont considérées comme des systèmes différents.

Les remarques faites sur les essais "AF" relativement au contrôle du milieu sont également valables pour les essais régénération. Les protocoles ne prévoient aucun suivi et encore moins une évaluation sur les variations d'états du milieu ; état structural (densité apparente, caractérisation morphologique de la structure, localisation et état de la matière organique), état chimique (teneur en éléments fertilisants, pH) état des enracinements des cultures (profondeur, densité racinaire, disposition spatiale) critères pertinents dans le jugement du profil de culture.

Ces limites sont en contradiction avec les objectifs visés. Il est impossible au regard de ces insuffisances de vérifier suffisamment les effets des traitements et des systèmes de cultures correspondants sur la dégradation du profil **cultural** (exportations), et de fixer une méthode de culture aboutissant à une régénération.

On peut ainsi penser que les protocoles ne permettent pas une étude satisfaisante de la question.

3 - Systèmes de culture

Cet essai visait deux objectifs principaux :

- comparer trois systèmes de cultures différant principalement par le type de fumure minérale dans une succession continue arachide-mil ;
- et, étudier la rentabilité de chaque fumure.

Les dispositifs expérimentaux utilisés sont le dispositif en blocs de Fisher avec 3 traitements ; fumure vulgarisée : 150 kg/ha d'engrais 6-20-10 pour l'arachide ; 150 kg/ha 14-7-7 pour le mil ; fumure forte 150 kg/ha 8-18-27 pour l'arachide et 400 kg/ha phosphate tricalcique, 150 kg/ha 10-21-21, 100 kg/ha urée (fractions) pour le mil avec labour d'enfouissement de paille

après le mil ; le traitement n° 3 est une fumure forte avec application de fumier (5 à 10 t/ha), 150 kg/ha 10-21-21, 100 kg/ha urée pour le mil et 150 kg/ha 8-18-27 pour l'arachide avec labour en juin avant le mil et labour en octobre après le mil.

Le dispositif expérimental est adéquat. Toutefois par rapport aux objectifs de l'essai, les traitements (systèmes de culture) ne diffèrent pas principalement par le type de fumure minérale. Le premier traitement ne comporte pas le labour d'enfouissement comme les deux autres, et seul le traitement n° 3 reçoit le fumier ; l'application de phosphate tricalcique est exclusive aux parcelles du traitement n° 2. Les trois systèmes de culture diffèrent donc à la fois par le type de fumure minérale, le mode de travail du sol, l'amendement phosphaté et par l'application ou non de fumier. Ces remarques sont importantes ; elles guident les choix dans le contrôle des traitements qui doivent être situés dans la globalité de chaque système de culture.

D'autre part, le protocole expérimental ne cherche pas à contrôler les effets des systèmes de culture (SEBILLOTTE, 1982, 1986) sur l'évolution éventuelle des états du milieu. En effet, au niveau des traitements appliqués, aucune analyse n'est faite ni sur les pailles ni sur le fumier. On ne sait ainsi rien de la signification qualitative et quantitative de ces apports faits aux systèmes, et qui pourtant sont des composantes des traitements. De même aucune considération sérieuse n'a été accordée aux différences existant entre les formules de fumure minérale comme 6-20-10 et la 8-18-27, cette dernière comprenant aussi du soufre à 5 % (NDIAYE⁽¹⁾, communication personnelle). L'absence de contrôle empêche toute possibilité de formulation d'un jugement qualitatif (nature des variations) ou quantitatif (mouvements de matières) sur les systèmes de cultures et leurs incidences sur le fonctionnement des cultures de la succession. Aucune analyse pertinente n'est alors possible sur la liaison Rendement - Précédent cultural-sensibilité du suivant (SEBILLOTTE, 1982 et 1986) (figure 2).

Le caractère additif des effets de systèmes de culture (effet cumulatif) qui se définit comme étant la résultante de leurs effets précédents [variation d'état du milieu entre le début et la fin du cycle de la culture

(1) Ph.D., Pédologue ISRA-CNRA - Bamby.

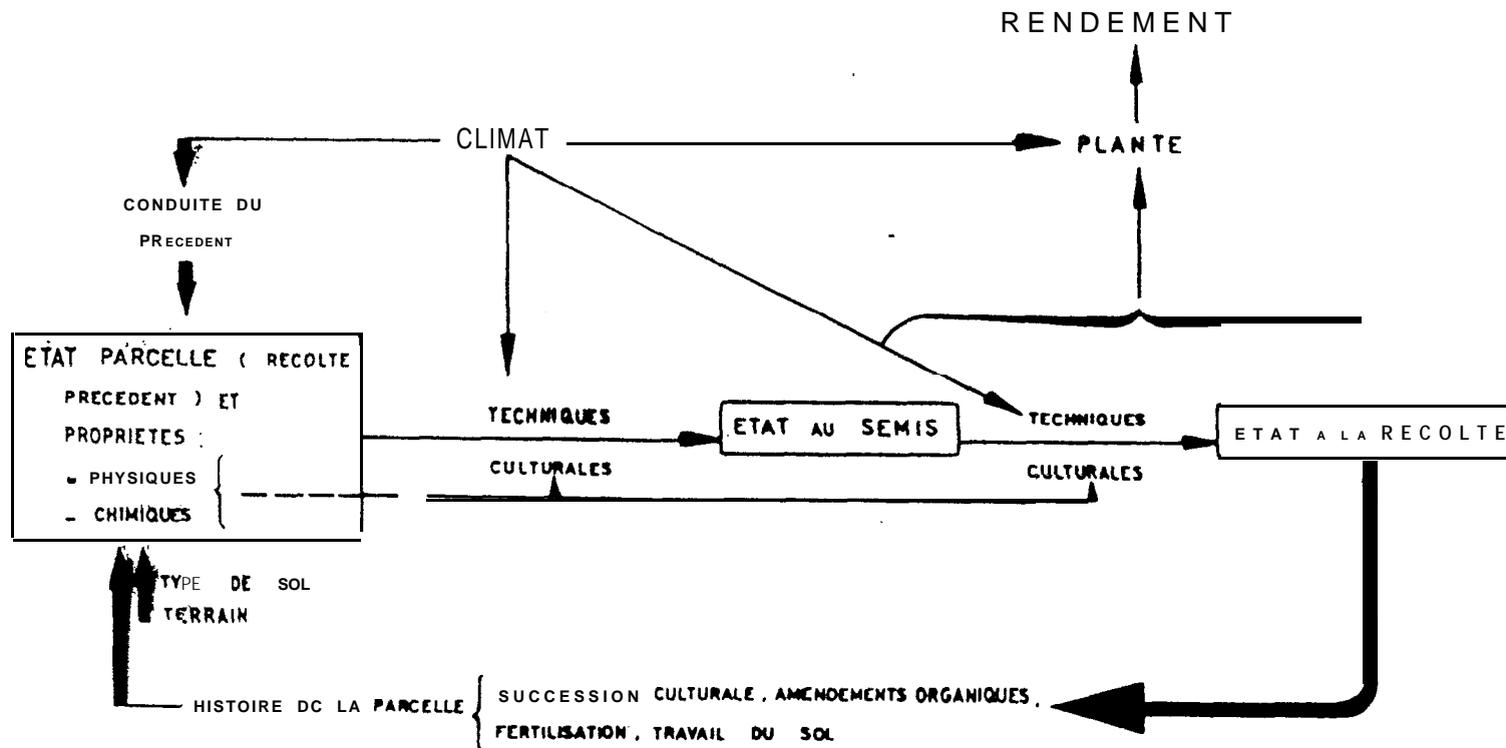


FIG. 2 ; EFFET PRECEDENT - EFFET ou SUIVANT
EFFET CUMULATIF

SEBILLOTTE, 1982

considérée) auxquels la culture suivante peut être plus ou moins sensible (sensibilité du suivant) justifie encore la nécessité d'un contrôle. Ce contrôle est important pour la caractérisation de l'état moyen du milieu sous l'effet de système de culture : identifier leurs effets sur les états du sol et du peuplement, repérer leurs dates d'apparition.

A propos des essais implantés à Ndiémane, en plus des observations précédentes il se pose le problème de la durée des essais. Les systèmes de cultures y ont été étudiés durant deux années. Or ce genre d'essais mérite un suivi de longue durée afin de mieux appréhender les résultats. Un système de culture doit être suffisamment stable et non contingent à une situation culturale.

4 - Type de fumure minérale

Le but était de comparer trois systèmes de culture différent essentiellement par le type de fumure minérale utilisée ; étudier la rentabilité économique de chaque fumure.

Le dispositif expérimental est en blocs de Fisher. Les traitements découlent d'un jeu de combinaison mode de traitement de la jachère et type de fumure minérale. Il y a alors deux facteurs contrôlés : traitement culturel de la jachère, fumure minérale appliquée. Il s'agit donc d'un essai factoriel. Le dispositif split-plot pourrait être utilisé afin de faciliter la réalisation pratique de l'essai, et d'étudier avec plus de précision l'interaction factorielle et l'effet du facteur secondaire. Dans cet essai le type de fumure est le facteur le plus important à étudier et par conséquent, il doit constituer le facteur secondaire (affecté à la sous-parcelle) dans le dispositif split-plot.

Au plan agronomique, les traitements ne sont pas suffisamment connus ; il n'y a pas estimation de quantités ni de qualité sur la jachère, les dates d'enfouissement ou de brûlage ne sont pas mentionnées. On ne sait donc à quoi correspond le traitement de la jachère, ce qu'elle apporte au sol ; on ignore aussi le niveau de fertilité du sol. Ces questions devraient figurer dans le protocole. D'autre part l'objectif de l'essai (tester des fumures minérales) demande un meilleur respect des principes de la fertilisation et un raisonnement des techniques de fumure ainsi que des traitements. En effet il n'y a aucune estimation sur les disponibilités du sol en éléments fertilisants et sur les quantités mobilisées (et/ou mobilisables) par les cultures.

Le type de fumure (satisfaction des besoins, entretien ou enrichissement) recherché n'est pas défini dans les protocoles. Gr, en matière de fertilisation les objectifs sont variables **selon** le type de fumure.

Ces remarques constituent une limite, relativement à l'approche de la fertilisation **minérale** qui procède par bilan dans la **globalité** du système : évaluation des flux d'entrées (apports minéraux, organiques, etc.) et de sorties (exportations, pertes par lixiviation, ...).

5 - Structure - Humus

L'objectif était le suivi de l'évaluation des caractéristiques physico-chimiques du sol au cours de la rotation sous l'effet de traitements faisant varier la couverture du sol, l'action de l'enracinement, la quantité de matière verte enfouie. On cherche aussi à tester particulièrement l'effet racine et l'effet matière organique à différents niveaux sur la structure du sol et la production de matières humiques.

Le dispositif expérimental est en blocs de Fisher mis en série depuis 1965 à raison d'une répétition par série. Les traitements appliqués sont : sol nu, engrais vert, engrais vert coupé emporté, sol nu + matière verte, engrais vert + matière verte, sol nu couvert dans le cadre d'une succession régénération-mil-arachi de.

La mise en séries décalées des traitements risque d'empêcher les comparaisons inter-blocs des traitements. Du côté agronomique, en raison des propriétés physico-chimiques de l'humus un contrôle du milieu serait nécessaire pour mieux visualiser l'action de chaque traitement. Ce contrôle intéresserait l'état physique du sol et les caractéristiques des enracine-ments.

6 - Modalités d'utilisation du fumier et doses pour la monoculture de sorgho

Les essais visent à vérifier l'action détoxifiante du fumier, à identifier la dose optimale d'utilisation du fumier, à comparer les différentes modalités d'apport de ce fumier. Compte tenu de l'importance du niveau de fertilisation minérale dans la manifestation du phénomène dépressif, l'essai est conduit avec application de fumure forte vulgarisée et du fumure très forte complète NPKS + oligo éléments.

Le dispositif d'étude est en blocs de Fisher avec subdivision de parcelles. Huit traitements principaux et deux traitements secondaires sont appliqués. Le fumier est appliqué à des doses allant de 25 à 20 t/ha et enfoui par labour en début d'hivernage.

En accord avec les objectifs de l'essai et les composantes des divers traitements, il ressort qu'il y a 3 facteurs qui varient : fumier, fumure minérale, travail du sol. Par principe dans une expérience, les traitements sont appliqués aux facteurs étudiés, et c'est de la variation provoquée de ces mêmes facteurs que découlent les traitements de l'expérience. Dans ces essais on fait varier à la fois les doses de fumier et de la fumure minérale, le mode de travail du sol. Donc il existe bien 3 facteurs de variation contrôlés et alors il s'agit d'un essai factoriel avec 3 facteurs de variation. Dans ce cas, un dispositif split-plot ou un split-split-plot est mieux adapté pour un contrôle factoriel des 3 facteurs. Dans le cas contraire, réduire le nombre de facteurs en introduisant par exemple le labour dans tous les traitements pour rendre le dispositif plus conforme aux objectifs.

Du point de vue considérations agronomiques les observations faites dans la couche de sol (0-20 cm) sur la granulométrie, le pH, le carbone et l'azote se justifient pour les mêmes raisons évoquées dans les pages précédentes (nécessité d'un contrôle sur le milieu). Toutefois elles demeurent incomplètes ; elles pourraient être accompagnées d'une caractérisation du profil de culture pour une meilleure appréciation des effets des techniques. Le fumier n'est également pas analysé.

7 - Amendement organique et phosphaté

Deux objectifs :

- déterminer l'intérêt d'un amendement organique à base de fumier, et la meilleure date d'application de ce fumier au cours de la rotation jachère' enfouie - maïs - arachide - mil ;
- et, contrôler l'efficacité d'un phosphatage de fond à base de phosphate tricalci que appliqué en tête d'assolement.

L'étude est conduite selon un essai factoriel en blocs 4 x 2 x 2 disposés en séries (rotation quadriennale) avec 16 traitements pour 2 facteurs contrôlés : fumier et phosphate. Les doses de fumier varient de 0 à 15 t/ha. L'absence de labour dans le témoin peut induire une incohérence dans les traitements si l'on cherche à étudier particulièrement avec plus de précision l'effet de chaque facteur., le labour peut influencer le développement racinaire (NICOU et al, 1970) et les rendements (CHARREAU et NICOU, 1971). L'application du labour au témoin faciliterait la séparation des effets traitements.

Au plan agronomique on ne connaît pas la valeur du fumier, et il serait utile d'observer directement l'influence de l'amendement sur l'évolution des états du sol (état physique, dynamique des éléments minéraux, etc.) et du système racinaire. Aussi les effets système de culture étant additifs, les séries devraient être **répétées** - identiques à elles mêmes - à longue durée pour mieux les appréhender.

8 - Précédents cultureux

Ces essais visaient à :

- étudier de quelle manière les cultures de diversification telles que le maïs et le riz peuvent être introduites dans la rotation;
- et, déterminer les meilleures successions possibles entre les différentes cultures pouvant entrer dans la rotation.

Le dispositif d'étude est en blocs de Fisher. Les traitements sont des successions culturelles avec application de fumure forte et de phosphatage de fond. On peut noter la durée limitée de l'essai ; l'étude a duré 4 ans seulement, ce qui correspond pour une succession minimale de 2 cultures à 2 rotations, et pour une succession de 4 cultures, à 1 seule rotation. Ainsi en dehors du système de monoculture, la durée de l'essai peut être jugée très courte pour une comparaison valable entre successions.

Par ailleurs les relations système de culture, production n'étant pas directes, un contrôle des états du milieu s'avère utile dans ce genre d'essais afin de voir dans quelle mesure les traitements affectent les rendements obtenus et mieux contrôler les "effets précédents" **cultural**.

9 - Modes de préparation du sol et dates de semis :

L'essai avait pour objet de comparer les effets sur le sol et sur la plante des principaux modes de préparation du sol possibles en culture attelée bovine combinés à 3 dates de semis : première pluie de semis, fin des travaux de préparation en humide, 15 jours après fin des travaux de préparation en humide.

Le dispositif expérimental utilisé est en blocs Fisher avec deux séries débutant la même année chacune sur une culture différente. Les traitements font intervenir travail du sol et date de semis. Il y a ainsi 2 facteurs combinés factoriellement : travail du sol, date de semis. Le dispositif expérimental est bien choisi mais un dispositif split-plot présente plus d'avantages pratiques et techniques : il facilite la réalisation pratique de l'essai et permet d'étudier d'une manière plus précise l'interaction entre les facteurs combinés et les effets du facteur le plus important à étudier (facteur secondaire) qui dans cet essai peut être la date de semis.

En plus on peut formuler les remarques suivantes :

Pour le facteur date de semis, le traitement consiste en principe à implanter le même peuplement végétal à différentes dates. Si l'on veut espérer pouvoir faire une interprétation, il va falloir considérer que :

- les états initiaux en saison sèche, en début d'hivernage et/ou au semis sont en réalité différents (état du sol entre autres) surtout que les travaux sont effectués en conditions variables (en sec, en humide, en fin de cycle) ;
- la combinaison des séquences climatiques correspondant aux différents stades de développement est différente ;
- et, les états du milieu seront différents (par exemple libération d'azote à une même date).

Ces considérations créent le besoin de caractériser l'état physique du lit de semences aux différentes dates de semis. La réussite d'un semis dépend à la fois de plusieurs conditions (qualité des semences, état struc-

tural du lit de semis pour le contact terre-graine et l'imbition, humidité du sol,..). Le contrôle est aussi valable sur les états chimiques (teneur en azote) et mêmes biologiques aux dates considérées, Sans un pareil contrôle, il n'est pas possible de comprendre les différences entre traitements et d'élaborer des solutions techniques de références. Or ce contrôle n'est pas envisagé par le protocole d'essai.

B. Les essais variétaux :

Ces essais intéressent toutes les grandes cultures (arachi de, mil, sorgho, riz, maïs et niébé). Leur but principal est d'étudier l'adaptabilité pédo-climatique des nouvelles variétés et de délimiter leur aire de diffusion. Cette étude débouche pour chaque culture au choix de cultivars jugés bien adaptés.

Ces essais sont conduits selon un dispositif expérimental en blocs de Fisher. Les traitements sont les variétés mises en compétition et dépassent rarement l'effectif de 8, à l'exception des essais sorgho installés à Darou, Boulel, Maka, Niore et Sinthiou Malème), comptant 25 variétés.

Les protocoles expérimentaux ne proposent pas de suivi agronomique sur les cultivars et les zones d'adaptation. Ce suivi est nécessaire pour caractériser les variétés et identifier les composantes du rendement les plus pertinentes.

2.2.3 ▪ Les méthodes d'analyses des résultats expérimentaux

Deux remarques préliminaires :

▪ les données collectées dans les essais variétaux sont étudiées par la méthode d'analyse de variance avec un test de comparaison des moyennes [cf. références bibliographiques D 1-50). Les analyses sont séparées par essai élémentaire. Les essais agronomiques sont analysés selon la même méthode ou par une simple comparaison arithmétique des moyennes de traitements (cf. références bibliographiques D 51-60) ;

▪ et, la variable analysée est le rendement brut moyen des variétés ou des cultures notamment pour les essais agronomiques.

Le problème qui se pose à ce niveau intéresse l'extrapolation des résultats qui est déterminée par :

- la validité agronomique des résultats dépendant de la cohérence des protocoles expérimentaux et de la précision des résultats ;

- et, la rigueur et les niveaux d'analyse statistique. Avec une bonne précision, la stabilité des résultats est mieux jugée et l'extrapolation devient plus aisée.

2.2.3.1 ▪ Critique de la méthode

Le classement régional basé sur le rendement brut moyen (seule méthode d'analyse utilisée dans les essais de ce réseau) doit être manié avec beaucoup de précaution : au-delà "du palmarés" en pourcentage du témoin (tableau 2b) , il convient de dégager dans la mesure du possible, les conditions du milieu qui peuvent être tenues responsables des différences de comportement des variétés (MEYNARD et al, 1988) ou des différences entre traitements.

L'analyse de "l'interaction génotype * milieu" (DENIS et VINCOURT, 1982 ; LOYNET, KERE, SIDIBE et al, 1982) dans le cas des essais variétaux, ou de l'interaction traitement-milieu dans le cas des essais agronomiques, est plus intéressante. Si l'on comprend pourquoi tel traitement (variété ou technique) est moins performant dans telles conditions, on pourra le déconseiller partout où ces conditions défavorables risquent d'être fréquemment réunies.

L'analyse de l'interaction traitement-milieu, base de l'extrapolation (WEIL, 1988) n'est pas faite pour les essais du réseau PAPEM. L'analyse statistique effectuée sur le rendement brut moyen n'aboutit qu'à un simple constat de l'existence de différences entre traitements : elle ne peut rendre compte de l'action des facteurs limitants et de leurs dates d'intervention (MEYNARD et al, 1988).

Toutefois, l'étude de l'interaction génotype-environnement (ou traitement-environnement) se confronte à une difficulté de taille liée au fait qu'on ne peut généralement pas apprécier l'impact effectif des facteurs limitants sur l'élaboration du rendement. Pour y arriver, il faut suivre la démarche de diagnostic des facteurs limitants :

Tableau 2 :

Tableau 2a : Compatibilités des cultures entre elles dans une succession culturale.

1ère année	Jachère enfouie	Arachide	Mil	Sorgho	Maïs	Cotonnier	Riz pluvial
Arachide	////////	XXXXXXXX XXXXXXXX	*	*	*	*	////////
Mil	*	*	XXXXXXXX XXXXXXXX	*	*	*	////////
Sorgho	*	**	*	XXXXXXXX XXXXXXXX		**	néant
Maïs	*(1)	*(1)	*	XXXXXXXX XXXXXXXX	XXXXXXXX XXXXXXXX	**	XXXXXXXX XXXXXXXX
Cotonnier	*	*	XXXXXXXX XXXXXXXX	XXXXXXXX XXXXXXXX	*	XXXXXXXX XXXXXXXX	XXXXXXXX XXXXXXXX
Riz pluvial	////////	**	*	néant	////////	**	XXXXXXXX

(1) Sauf Casamance où il faudrait []

(2) Sauf moyenne Casamance où il faudrait *

[**]	Très bien	[]	Moyen	XXXXXXXX XXXXXXXX	Très mauvais
[*]	Bon	////////	Mauvais		

Source : NICOU, 1978.

Tableau 2b : Exemple de classement basé sur le pourcentage du rendement par rapport au témoin.

Variétés	Bambey	Ndiémane	Boulel	Saria (Hte Volta)	Rendement moyen	% du témoin CE 90
CE 145-66-V	474	1672	1919	2786	1713	119
CE 151-186-A	356	1131	1542	2345	1343	94
CE 151-248-A2	412	1316	2118	2270	1529	107
CE 151-262-A1	497	987	2426	2213	1531	107
CE 152-3-P5	203	1014	1693	1922	1208	84
CE 157-95-V	706	1003	1679	862	1062	74
CE 90	514	1062	1494	2663	1433	100
C.V.	50 %	38 %	23 %	23 %		
Pluviométrie des essais (mm)	364	391	452	546		

Source : ISRA, 1980 in "Essais multiloaux - Amélioration du sorgho".

- caractériser suffisamment bien le milieu tout au long du cycle pour détecter les éventuels stress indépendamment de la réponse de la culture ;

- et disposer de modèles sur l'élaboration du rendement ⁽¹⁾ (MEYNARD et SEBILLOTTE, 1983 ; MEYNARD et al., 1988) qui permettent de simuler le comportement de la culture en absence de facteur limitant. Or, ces modèles ne sont pas encore connus pour toutes les cultures et sont variables selon la culture, la variété, la région. Au Sénégal ces modèles ne sont pas d'utilisation courante mais il existe des références sur l'élaboration du rendement de certaines cultures ; maïs, riz, arachide et bientôt le mil.

La deuxième limite des méthodes d'analyse utilisées est qu'elles n'ont pas étudié la stabilité des résultats pluriannuels et multilocaux. Cependant la stabilité est un critère primordial pour l'extrapolation et la généralisation des résultats agronomiques.

2. 2. 3. 2 - Considérations économiques :

Le parcours effectué sur les documents d'analyse ou de synthèse des essais multilocaux, révèle soit un manque d'attention sur les aspects économiques, soit que ces aspects sont mal abordés. Or la signification statistique d'un traitement expérimental n'est pas un indicateur de sa rentabilité économique et encore moins de son adaptabilité à l'unité de production paysanne.

Une analyse superficielle de la rentabilité économique de la fumure minérale est faite [FALL, 1980) ; elle est basée sur l'interprétation du rapport plus value/coût et compare deux hypothèses : subvention de l'engrais pas subvention de l'engrais. L'analyse n'intègre pas les pratiques paysannes et donc elle n'est pas située dans le contexte de l'économie du système de production paysan. Elle ne s'applique pas alors aux niveaux de production des systèmes des agriculteurs ; cela veut dire qu'elle ne peut fournir des indicateurs techniques et économiques, pouvant aider à l'identification de la (des) meilleure (s) combinaison (s) des éléments d'un itinéraire technique (SEBILLOTTE, 1979) ou le meilleur niveau d'application rentable des intrants concernés pour leur système.

(1) Le rendement d'une culture peut être décomposé en plusieurs composantes dont 1 analyse permet d'expliquer le niveau de rendement **et/ou** de détecter les effets défavorables du milieu sur la production ; ainsi le rendement devient un instrument de diagnostic **cultural**.

D'autre part, des études agro-économiques ont été faites dans les terroirs tests (Got, Ndiamsil-sessène, Layabé) et dans la zone Thiès-Diourbel, dans le but d'évaluer le taux de pénétration des thèmes techniques et d'étudier leurs incidences technico-économiques. Cependant, ces études ont été surtout orientées vers des analyses sectorielles : détermination du coefficient de corrélation entre deux variables économiques (RAMUND, 1971), une variable technique et une variable économique (RAMUND, 1976) ou une variable technique (semences ou engrais) et le rendement (RAMUND et al., 1976 ; FALL, 1977 et 1979). Les études n'ont pas eu une approche globale du fonctionnement des exploitations paysannes (objectifs, moyens, pratiques culturelles et déterminants) de la zone d'étude, et il devient alors impossible de situer les résultats par rapport à la situation agro-économique réelle de chaque terroir.

Un autre problème qui se pose dans ces différentes études se trouve être la signification statistique des résultats et la représentativité socio-économique des terroirs par rapport à la diversité du milieu paysan. En effet les résultats sont obtenus à partir de données moyennes (données techniques, économiques et démographiques) dans chaque terroir et dont la signification statistique n'est pas définie à l'échelle du terroir et de la région : or une opération de développement ne s'adresse pas à un ensemble homogène d'exploitations paysannes mais à plusieurs types d'unités de production.

L'étude économique des essais agronomiques si elle est placée dans le contexte du système paysan, peut déterminer la rentabilité et la faisabilité des traitements retenus du point de vue du paysan et fournir ainsi des références technico-économiques relatives aux unités de production paysannes.

Pour cela, elle doit envisager la diversité de fonctionnement des unités de production paysannes (objectifs de production, moyens disponibles) et étudier la rentabilité pour les différents niveaux de production et techniques dominants à l'échelle de la région (CAPILLUN, 1985) dans les systèmes de production paysans.

En plus des éléments cités, l'analyse ne doit pas se limiter aux aspects purement économiques d'un système donné, mais intégrer l'environnement social de ce système ainsi que ses relations (parfois conflictuelles) avec le système politique de décision (politique des prix, circuits de commercialisation des intrants et des produits, etc.). Ce genre d'analyse permet

de mieux cerner les possibilités réelles de diffusion des innovations proposées.

Une telle démarche exige une meilleure organisation du réseau d'essais : participation paysanne et bon échantillonnage de la diversité des systèmes de culture paysans.

Conclusion

A partir de cette analyse critique on peut retenir :

La conception du dispositif PAPEM a permis un bon échantillonnage des régions agricoles, mais elle n'a pas considéré les pratiques paysannes dominantes à l'échelle régionale. Cette lacune est imputable à l'absence de démarche système dans la méthodologie d'approche suivie.

Les protocoles expérimentaux de certains essais agronomiques, (système de culture, type de fumure minérale, etc.) sont mal conçus suite à une mauvaise définition des facteurs de contrôles ou à une incohérence des traitements. Or le manque de précision des traitements expérimentaux présente un double inconvénient : il limite l'interprétation statistique et agronomique des résultats d'essais, et peut aussi provoquer une incohérence entre les objectifs visés et les traitements mis en oeuvre. Par ailleurs il y a un manque de contrôle du milieu pour les essais agronomiques.

Les méthodes d'analyse statistique et agronomique sont souvent insuffisantes et superficielles ; de même les aspects économiques n'ont pas reçu l'attention requise.

Ces remarques qui peuvent être insuffisantes prouvent toutefois l'existence de limites dans la validité régionale des résultats obtenus et expliquent le manque de références technico-économiques précises pour le système de production paysan.

La diffusion de nouvelles variétés ou techniques ne peut se résumer au seul échange de variétés locales (ou techniques traditionnelles) contre des variétés améliorées (ou techniques intensives) dans un milieu paysan dont on n'a guère pris en compte à priori des contraintes. Le dispositif multilocal doit avoir un caractère multifonctionnel et intégrer les systèmes paysans.

En dehors de ces limites, le dispositif multilocal précédent présente quelques points forts :

- un travail énorme a été réalisé dans ce réseau et a conduit à la diffusion de nombreux résultats (chapitre 1) (cf. fiches techniques de l'expérimentation agronomique : références bibliographiques 66 D) ;

- sur le plan statistique, un certain effort a été fait dans ce dispositif : caractère multilocal et pluriannuel des essais, répétition des traitements et constance des dispositifs (répétition, taille des parcelles et densités de semis constantes par type d'essais) (tableaux 1, 2, 3 Annexe 3) ;

- et, sur le plan agronomique on peut convenir que les essais ont eu le mérite d'être conduits dans des systèmes de culture bien définis (successions de cultures,...) même si ces systèmes présentent de grands écarts par rapport aux systèmes paysans.

III- FONDEMENTS ET ROLES D'UN RESEAU D'EXPERIMENTATION MULTILOCALE REGIONALISEE

3.1 - Justification

Le rendement d'une culture donnée peut être considérée comme étant la résultante des effets d'interactions - plus ou moins modifiées par les techniques culturales appliquées - qui existent dans le continuum climat-sol-peuplement végétal. Aussi les résultats des essais agronomiques menés en conditions bien contrôlées d'une station expérimentale, ne sont pas nécessairement valables en dehors de la situation particulièrement stricte du champ d'essais (un sol, un microclimat, un mode de conduite et d'entretien, etc.).

L'agriculture au niveau régional se caractérise souvent par une grande diversité des situations (variabilité pédologique, fluctuations climatiques, etc.) et des pratiques culturales paysannes. Les résultats obtenus en station n'ont donc pas systématiquement une valeur régionale.

Il est utile de reconduire les essais dans un réseau d'expérimentation qui explore bien cette diversité régionale pendant plusieurs années pour leur offrir une valeur de référence régionale vulgarisable.

Un tel réseau pour être bien valorisé doit remplir des fonctions diverses. ,

3.2 - Les différents rôles d'un réseau d'expérimentations multilocales

3.2.1 - Dans la recherche agronomique

3.2.1.1 - Coordination des actions de recherche

Actuellement une tentative de reprise du réseau d'essais multilocaux est initiée à l'ISRA ; le caractère isolé de cette tentative (un chercheur, un essai, une zone) témoigne d'un défaut de coordination qui peut avoir pour conséquence une augmentation des coûts et un manque de vision globale des problèmes posés.

Un bon fonctionnement d'un tel réseau passe par une harmonisation des efforts de recherche et des méthodes de travail (protocoles expérimentaux, méthodologie d'approche, organisation, etc). L'exploitation des données gagnera en qualité, d'où une meilleure valorisation des résultats.

3.2.1.2 - Choix d'un produit, d'une technique, test d'un système de culture

Les conditions du milieu, même pour un champ donné sont sujettes à des fluctuations importantes dans une même année ou d'une année à l'autre. Ces fluctuations concernent l'ensemble du système sol-climat-peuplement végétal. Or s'il est possible maintenant de quantifier voire de prévoir les variations des états du sol-grâce aux progrès de l'agronomie- sous l'action des systèmes de culture et des techniques culturales appliquées, la prévision de la variabilité du climat est encore hors de portée. Cette contrainte complique davantage le choix de variétés ou de techniques de cultures qui s'applique dès lors à un ensemble de conditions. Cela montre l'intérêt d'un réseau d'essais multilocaux pluriannuels englobant la variabilité spatio-temporelle de l'environnement pour la validation agronomique de produits ou de techniques.

Un tel réseau permet d'étudier avec suffisamment de garantie l'adaptabilité au milieu régional des produits de la Recherche (techniques, variétés, systèmes de cultures, ...) par comparaison avec les produits de

référence déjà vulgarisés. On peut déterminer le rendement des variétés étudiées et leurs comportements vis-à-vis des conditions édapho-climatiques et culturales, et déterminer les aires d'adaptation.

Ces essais peuvent être multiformes : simples ou complexes si l'on veut étudier les effets combinés de deux ou plusieurs facteurs (densité de semis, techniques de fertilisation, itinéraires techniques) sur la performance des cultivars.

3.2.1.3 - Détermination des besoins des cultures et des potentialités agricoles d'un milieu

La croissance des peuplements de culture se traduit par l'accumulation de matière sèche, elle est déterminée par ses besoins [chimiques, physiques) et du degré de satisfaction des besoins par le milieu de culture. Ces besoins chimiques et **physiques** peuvent varier d'un milieu à l'autre et leur détermination doit en tenir compte.

La mise en oeuvre d'un réseau de champs d'essais permet de déterminer pour une zone donnée, la fumure, les densités de semis, les itinéraires qui conviennent pour une meilleure production. Les besoins physiques (demande climatique) peuvent se déterminer aussi à travers un réseau d'expérimentation multilocale.

3.2.1.4 - Amélioration de la qualité des produits

Parmi un certain nombre de variétés ayant des rendements comparables à la suite d'essais multilocaux, la priorité doit être accordée à celles qui donnent de meilleurs produits. A ce niveau un réseau d'expérimentation joue encore un rôle déterminant.

Avec les données recueillies à partir du réseau sur les facteurs climatiques, le sol et les techniques de culture, on peut étudier les variations de la qualité en fonction du climat, des conditions de sol et du mode de conduite de la culture. L'étude de la qualité vise un classement des variétés d'une même culture en plusieurs catégories qui diffèrent par leur valeur d'utilisation par zone.

3.2.2 - Dans le transfert de technologie en milieu paysan

L'adoption d'une technique ou d'un produit exige qu'il soit connu du public auquel il est destiné, et qu'il soit suffisamment compétitif. La connaissance du produit se fait par l'information, la compétitivité est déterminée par la qualité et l'accessibilité (prix, coût, mode d'emploi, etc.).

3.2.2.1 - Les possibilités d'informations

Un réseau multilocal d'expérimentation doit pouvoir constituer - déjà au niveau des stations secondaires comme les PAPEM - un moyen efficace de communication, s'il est suffisamment implanté et ouvert aux paysans de la zone.

Dans les stations secondaires, l'association des paysans aux essais se fait par l'emploi de main d'oeuvre temporaire pour l'entretien des parcelles et pour la récolte. Même si l'effectif de paysans que l'on peut toucher à ce niveau reste très réduit, la portée de l'information peut en être moins limitée qu'on ne serait tenté de le croire. Cependant un effort est nécessaire pour bien sensibiliser les paysans. En effet le fait de les prendre comme temporaire n'est certainement pas suffisant car alors ils travaillent comme de simples salariés agricoles qui ne sont intéressés que par leurs salaires de la journée ou de la semaine. On peut envisager des visites organisées de paysans dans les champs d'essais [en stations et en milieu paysan) durant la campagne. Cette considération est d'ailleurs très utile si l'on veut garantir un bon entretien des parcelles d'essais par les mêmes paysans à travers les contrats de prestations de service.

Dans les essais conduits en champs paysans avec eux, la diffusion de l'information est facilitée davantage ; d'une part parce qu'ils sont plus responsabilisés dans la conduite des parcelles - et donc dans la réussite - d'autre part par le contact qui devient plus permanent. Alors le paysan est en mesure de porter un jugement sur les variétés qu'il a bien connues.

3.2.2.2 - La compétitivité

Dans le besoin de procéder à une normalisation biologique de la production agricole, des études sur la qualité peuvent être menées parallè-

lement aux essais d'adaptation des variétés. Ainsi seules les variétés bien adaptées et donnant des produits de qualité sont proposées aux utilisateurs.

Pour mieux déterminer le potentiel de diffusion des innovations de la Recherche, le travail doit tenir compte de leur rentabilité économique. Cette considération économique permet d'atténuer les contraintes économiques majeures. Cependant il peut se poser un problème de disponibilité en semences dont la solution revient aux services de multiplication.

3.2.2.3 - L'identification de contraintes de diffusion

Dans la mesure où un réseau d'expérimentation favorise le contact entre techniciens de l'agriculture et paysans - car étant des partenaires obligatoires - il aide dans l'identification de contraintes de diffusion des innovations techniques. On cherche à recueillir dans les contacts directs avec les paysans partenaires, leur avis sur les différents produits. Par ailleurs, il est possible de procéder d'une manière informelle à une enquête à l'endroit des paysans panel, afin de recueillir leurs jugements. Ces informations ont le grand intérêt de pouvoir servir dans le réaménagement de la méthodologie d'expérimentations et de transfert, et/ou dans la redéfinition des programmes d'amélioration, suivant le niveau auquel se retrouvent les contraintes.

- Conclusion

La mise en oeuvre d'un réseau régionalisé d'essais est nécessaire pour le développement agricole d'un pays (diffusion de variétés, et de techniques agricoles) car les résultats obtenus en stations expérimentales ne sont pas systématiquement généralisables.

Un réseau d'essais multilocaux peut jouer plusieurs rôles :

- Coordination des actions de Recherche ;
- Choix de techniques ou de produits à diffuser ;
- Entretien d'une interaction Recherche-Développement (feed-back) en vue d'apporter éventuellement une amélioration du matériel ou de la technique ;
- Détermination des besoins des cultures et des apports du milieu ;
- Amélioration de la qualité des produits ;

- Et, transfert des acquis de la Recherche par l'intermédiaire de l'information et de l'identification de contraintes de diffusion.

Un tel réseau est donc générateur de progrès agricole. Cependant il demande une bonne organisation et une approche cohérente.

IV - PROPOSITIONS POUR UNE APPROCHE MULTILOCALE REGIONALISEE

4.1 - Position du problème

L'expérimentation multilocale peut se définir comme étant une expérimentation conduite en différentes localités d'une région ou de plusieurs régions agricoles d'un pays. Sa raison d'être est l'extrapolation au niveau de la région agricole des résultats mis au point par la Recherche en vue d'une mise à disposition du développement. Par extrapolation, il faut comprendre l'élaboration de références agronomiques à valeur régionale, c'est-à-dire des références fiables et représentatives de la région agricole.

Cependant une région agricole est souvent caractérisée par une diversité dans les milieux écologiques [variabilité climatique, variabilité pédologique) et dans les pratiques agricoles des paysans [variabilité de fonctionnement des unités de production paysannes) qui correspondent à leur manière de produire.

Pour cela, la conception d'un dispositif d'expérimentation multilocale doit obligatoirement considérer à la fois les principes de l'expérimentation agronomique (randomisation des dispositifs expérimentaux, répétition des traitements, contrôle de l'erreur) et la diversité régionale ; d'où son caractère obligatoirement rigoureux (constance des dispositifs dans le temps et dans l'espace) et multilocal.

En tant qu'instrument de généralisation des résultats de recherche, un tel dispositif se doit d'être exigeant en moyens matériels, financiers et humains. Par conséquent il mérite d'être valorisé ; il est judicieux de le rendre multifonctionnel (Recherche, transfert) et l'ouvrir à divers thèmes : en effet à travers un dispositif d'essais multilocal on peut expérimenter des variétés, des doses de fumure, des techniques de culture, des systèmes de culture etc. Il doit jouer plusieurs rôles différents.

Dans cette partie on s'intéresse plus particulièrement à la problématique de généralisation et de transfert de variétés.

4.2 ▪ Les objectifs visés

Quatre principaux objectifs sont recherchés dans l'élaboration de cette approche multilocale :

- a) Coordination des efforts de recherche et de transfert.
- b) Choix et diffusion de variétés bien adaptées aux conditions pédoclimatiques régionales et aux systèmes de culture ; validation dans les systèmes de production du paquet technologique d'accompagnement, le diffuser ou proposer son amélioration.
- c) Identification de contraintes majeures de diffusion des variétés.
- d) Réaménagement de la carte variétale par redéfinition de certains termes.

4.2.1 ▪ Coordination des actions de Recherche et de Transfert

Depuis 1983, le fonctionnement des PAPEM est très affecté et perturbé, et il n'existe pas encore un autre réseau d'essais coordonnés. Les essais mis en place au courant de la campagne 1987-1988 sont conduits selon le chercheur et les objectifs de son programme : essais mini kitt pour le niébé, essais en champs paysans conduits selon les pratiques paysannes ou non pour le mil, essais multilocaux en PAPEM pour l'arachide, le maïs, le riz et le sorgho. En raison des exigences particulières aux différents programmes de sélection, ces essais ont connu un suivi lâche et leur caractère multilocal est imparfait à travers le choix des sites.

Un autre aspect non moins important est la subjectivité qui peut guider le sélectionneur dans l'évaluation des variétés, vu le degré de l'affectation qu'il peut avoir à l'égard de son propre matériel, et donc la difficulté de remise en question.

Ces essais doivent être mieux coordonnés. Leur conception doit être en accord avec une démarche régionale de choix de matériel végétal et de transfert.

4.2.2 ▪ Choix et diffusion de nouvelles variétés ayant une bonne performance technique et économique

La Recherche détient actuellement du matériel végétal déjà évalué

en stations principales qui demande à être testé au niveau régional pour évaluer son adaptabilité et son intérêt socio-économique.

4.2.3 - Identification des contraintes majeures de diffusion

Différentes contraintes peuvent limiter la diffusion de nouvelles acquisitions variétales. Elles peuvent être d'ordre biologique (inadaptabilité ou infériorité de la nouvelle variété à celle cultivée par le paysan) : dans ce cas il faut le retrait systématique et le retour au sélectionneur, ou d'ordre psychologique (le paysan est satisfait de ses cultivars et n'accepte pas le changement) : c'est alors au niveau du développement qu'il faut chercher la solution en développant des stratégies de vulgarisation à caractère médiatique et didactique (sensibilisation, démonstration).

Si le travail d'adaptation est rigoureusement fait, les contraintes d'ordre biologique peuvent être minimisées.

4.2.4 - Réaménagement de la carte variétale

L'évolution très dynamique des paramètres agroclimatiques impose de grands efforts dans la Recherche permanente de variétés mieux adaptées et productives pour le paysannat. Elle doit s'accompagner d'une caractérisation des entités climatiques, c'est-à-dire d'un zonage. La conséquence est la modification profonde de la carte variétale avec introductions et retraits de matériels. Il y a d'ailleurs intérêt à revoir la représentativité agroclimatique des zones échantillonnées par les PAPEM et à ne retenir que les stations qui ont encore un intérêt régional.

4.3 - Les principes de l'approche

Deux principes de base régissent la méthodologie d'approche :

a) les résultats obtenus à partir des essais du réseau doivent avoir une valeur de référence régionale. Pour cela, le réseau est nécessairement conçu avec l'esprit d'explorer au mieux la diversité régionale : variabilité intra et inter-régionales, disparité des pratiques culturelles.

b) le réseau doit jouer un rôle dans le transfert : l'approche repose sur une démarche systémique et prévoit une bonne participation paysanne.

La démarche qui a guidé le fonctionnement du réseau précédent a surtout tenu compte des fluctuations pédo-climatiques.

4.4 - Organisation du réseau

L'ampleur et la portée assignées au fonctionnement du réseau imposent une approche globale avec le concours de la Recherche, du développement et du paysannat. Cette approche doit s'inscrire alors dans le cadre d'une filière Recherche/Développement (KHALFAOUI et MORTREUIL, 1988) dans l'objectif de faciliter le transfert des résultats au niveau du paysan avec la diffusion de nouveaux cultivars et de nouvelles techniques de culture.

Deux niveaux complémentaires d'intervention sont envisagés :

a) expérimentation multilocale en milieu contrôlé dans les stations secondaires de l'ISRA.

b) expérimentation multilocale en milieu paysan avec le paysan.

4.4.1 ▪ Les partenaires

4.4.1.1 ▪ Besoins d'une articulation au sein de l'ISRA

Le constat de non diffusion des acquis de la Recherche a impulsé la création respective de PPEM - considérés comme lieux de dialogue entre recherche et développement - en 1962, et des UE en 1969, lieu d'application des résultats de Recherche et exemple d'utilisation de la démarche système par la Recherche Agronomique au Sénégal. Dans le même souci, il est créé en 1982 au sein de l'ISRA, le département de Recherche sur les systèmes de production et transfert des technologies en milieu rural. Avec ces deux divisions de Recherches sur les systèmes de Production et de Recherche d'appui, ce département complète le volet des recherches thématiques sur les productions végétales confié au département de Recherches sur les Productions Végétales.

Cependant deux constats sont faits actuellement (KHALFAOUI et SARR, 1988) :

a) les chercheurs-produits (phytotechniciens, sélectionneurs, machinistes, défenseurs des cultures, agroclimatologues, technologues,...) ne

sont pas en mesure de parachever les résultats de leurs Recherches car ils ne disposent pas d'une structure leur permettant de préciser le degré d'adaptation de leurs acquis à la variabilité des conditions pédoclimatiques et au cadre technique et économique du monde paysan.

Deux causes peuvent être invoquées : d'abord l'absence d'un réseau d'essais multilocaux permettant de réaliser des essais contrôlés en station et en milieu paysan, ensuite une mauvaise liaison entre les chercheurs-produits du département des productions végétales et les chercheurs systèmes du département systèmes de production et transfert.

b) l'absence d'une stratégie commune de transfert propre à l'ISRA dont l'élaboration et la mise en oeuvre demandent une meilleure articulation des deux départements.

L'intérêt de cette stratégie commune de transfert au sein de l'ISRA réside dans sa pertinence pragmatique et technique. En effet, elle peut favoriser une plus grande adéquation des recherches entreprises dans les deux départements et une meilleure coordination des efforts de transfert. Surtout quand les niveaux d'intervention sont variables comme c'est le cas de la station à l'exploitation paysanne : au niveau de la station, l'intervention intéresse des produits souvent individuels (des variétés, des doses de fumure ou des produits de traitements, etc.) ; par contre au niveau du-paysan c'est tout le système de production qui est concerné.

4.4.1.2 - Création possible d'une filière de transfert

A partir d'un travail de réflexion réalisé par KHALFAOUI et SARR (1988) on se rend compte : les chercheurs-systèmes intermédiaires entre chercheurs-produits et développeurs parviennent difficilement à transférer leurs acquis au niveau du développement. La cause principale de cet échec est le défaut d'un maintien de liaison étroite de collaboration entre chercheurs-systèmes et les développeurs.

Avec la création d'une filière de transfert, il est possible de placer les résultats de la Recherche dans un cadre : Recherche, Recherche-Développement, les conduisant à la vulgarisation.

Cette organisation part d'un principe de base : le transfert des résultats de la Recherche au niveau du développement ne peut avoir lieu qu'en brisant l'isolement des trois partenaires ; chercheurs produits, chercheurs-systèmes et développeurs. Pour cela, le schéma d'organisation vise à les faire intervenir dans une même filière de transfert et en aménageant au cours de celle-ci des "plages de rencontres" à la fois méthodologiques et géographiques.

4.4.1.3 - Organisation de la Filière

KHALFAOUI, MORTREUIL et SARR (1988) proposent le schéma d'organisation suivant :

1 - Station principale

Au niveau d'une station principale par région, les chercheurs-produits mettent au point, par les méthodes propres à leurs discipline, des produits (variétés, techniques culturales, méthodes de lutte contre les maladies ou les ravageurs, etc.) répondant aux objectifs fixés par les chercheurs-produits, les chercheurs-systèmes et les développeurs à partir d'une analyse des problèmes qui se posent au niveau des agriculteurs, donc des problèmes de développement.

2 - Station secondaire (PAPEM)

Au niveau des PAPEM les plus représentatifs des conditions **pédoclimatiques** de chaque région, le chercheur-produit étudie l'adaptation des produits de ses recherches aux variations pédo-climatiques à partir d'essais statistiques. A l'issue de quelques années de confirmation (2 ou 3 ans) il choisit un nombre limité de produits susceptibles d'être vulgarisés parmi les meilleurs produits.

3 - Points d'essais paysans

Des points d'essais secondaires par région sont choisis en milieu paysan par les chercheurs-systèmes et les développeurs pour leur représentativité à la fois pédo-climatique et socio-technique et économique de la région.

a) Essais référentiels : le chercheur-produit en collaboration avec le phytotechnicien-produit mettent en place des essais statistiques référentiels de comparaison des produits de Recherches.

b) Mise au point des itinéraires techniques : parallèlement, le phytotechnicien-produit en collaboration avec les chercheurs-systèmes mettent en place des parcelles juxtaposées aux champs paysans au niveau desquelles, ils tentent d'intégrer les différents produits de recherches proposés par les chercheurs-produits.

Cet essai est destiné à mettre au point les itinéraires techniques, à analyser les réactions des cultivateurs et à réaliser une première sensibilisation de ces derniers.

A l'issue de deux années d'expérimentation, suivant cette double approche, essai référentiel et parcelle d'intégration, l'ensemble des partenaires : chercheurs-produits, systèmes et développeurs, déterminent les produits de recherches à vulgariser selon des itinéraires techniques précis.

En suivant la logique du schéma d'organisation de la filière, KHALFAOUI, MORTREUIL et SARR (1988) proposent une approche à quatre niveaux pour les essais variétaux arachide :

- a) station principale : création et "criblage" du matériel ;
- bj Station secondaire : criblage des variétés en fonction de leur adaptabilité pédoclimatique.
- c) référentiel paysan : dernier criblage en milieu réel et détermination des aires de diffusion.
- d) itinéraire technique : intégration des variétés retenues dans un itinéraire technique, basé sur une rotation arachide-mil ou arachide-sorgho, adaptée aux contraintes socio-économiques.

Cette démarche pourrait être intégralement adoptée pour le réseau que nous voulons mettre en place, si elle ne présentait pas ces limites :

a) elle n'envisage pas suffisamment durant la phase de criblage et de zonage, la prise en compte des systèmes de culture paysans auxquels sont destinées les variétés testées. Il est important de savoir à l'échelle régionale et dans les types de systèmes de culture dominants (CAPILLON et FLEURY, 1986), la ou les variétés les plus performantes afin de pouvoir formuler des recommandations précises (spécifiques au systèmes correspondants). Le principe de base est que l'on ne peut dissocier le choix d'un cultivar à celui d'un itinéraire technique (SEBILLOTTE, 1979) ni de sa place dans la succession de culture (SEBILLOTTE, 1979 ; MEYNARD, 1988). On arrive ainsi à intégrer dans le réseau, deux grandeurs agronomiques très pertinentes pour la définition de références techniques : la grandeur pédo-climatique et la grandeur système de culture (sous-système du système de production paysan) déterminée par les objectifs des agriculteurs (revenu, travail,...) et les moyens dont ils disposent (appareil de production) (CAPILLON, 1985).

b) la conception d'un itinéraire technique doit intervenir, selon la logique de la discipline agronomique, après une connaissance suffisante (pour une culture donnée) des lois de fonctionnement du système peuplement-milieu : courbes de réponse du (des) cultivars (s), analyse du processus d'élaboration du rendement (MEYNARD, 1985 a) et élaboration de modèles de références. Chaque valeur d'une composante du rendement dépend des composantes antérieures formées et des facteurs et conditions du milieu pendant sa phase de formation ; il en résulte que la valeur d'une composante est un indicateur pour le jugement des conditions du milieu et/ou d'une technique (ou partie d'un itinéraire technique) pendant sa phase de formation. L'analyse des composantes du rendement aide à une définition plus précise des itinéraires techniques grâce à un bon choix des contrôles.

D'autre part, l'élaboration d'itinéraires techniques implique nécessairement des "modèles de décision" - permettant de définir les traitements pour l'expérimentation des mêmes itinéraires techniques - qui doivent être définis en parallèle avec les pratiques paysannes dominantes (CAPILLON et FLEURY, 1986). Elle exige une expérimentation longue durée (5 ans au minimum) en vue de prendre en compte les conséquences à moyens termes des pratiques culturales (arrières effets) et d'intégrer une partie de la variabilité climatique. Dans le cas contraire, on ne peut juger de la stabilité de l'itinéraire qui ne doit être contingent d'une année climatique.

En résumé, la démarche citée en exemple ignore la phase obligatoire d'analyse de l'élaboration du rendement et l'intégration des pratiques paysannes dominantes, modèle de base pour la définition des itinéraires techniques à concevoir. Par ailleurs, elle limite les possibilités de prise en compte des arrières effets de l'itinéraire technique expérimental et la variabilité climatique en fixant un délai court de 2 ans pour les essais itinéraires techniques.

4. 4. 1. 4 - Organisation du réseau d'expérimentation multilocale

La démarche proposée (diagramme 2) s'inscrit dans la même filière Recherche-Développement (annexe 4) et obéit scrupuleusement aux principes d'extrapolation et d'approche systémique : intégration significative des grandeurs agronomiques régionales dans un délai suffisant, conception du dispositif en accord avec les déterminants des pratiques agricoles (CAPILLON et FLEURY, 1986) des paysans. Elle concerne surtout l'aspect variétal de la filière avec un caractère plus agronomique (démarcation par rapport à l'attitude classique du sélectionneur) : utilisation de critères agronomiques dans l'expérimentation variétale ; on va chercher à appliquer à l'expérimentation variétale les méthodes d'analyse et de modélisation de l'élaboration du rendement (MEYNARD et al, 1988).

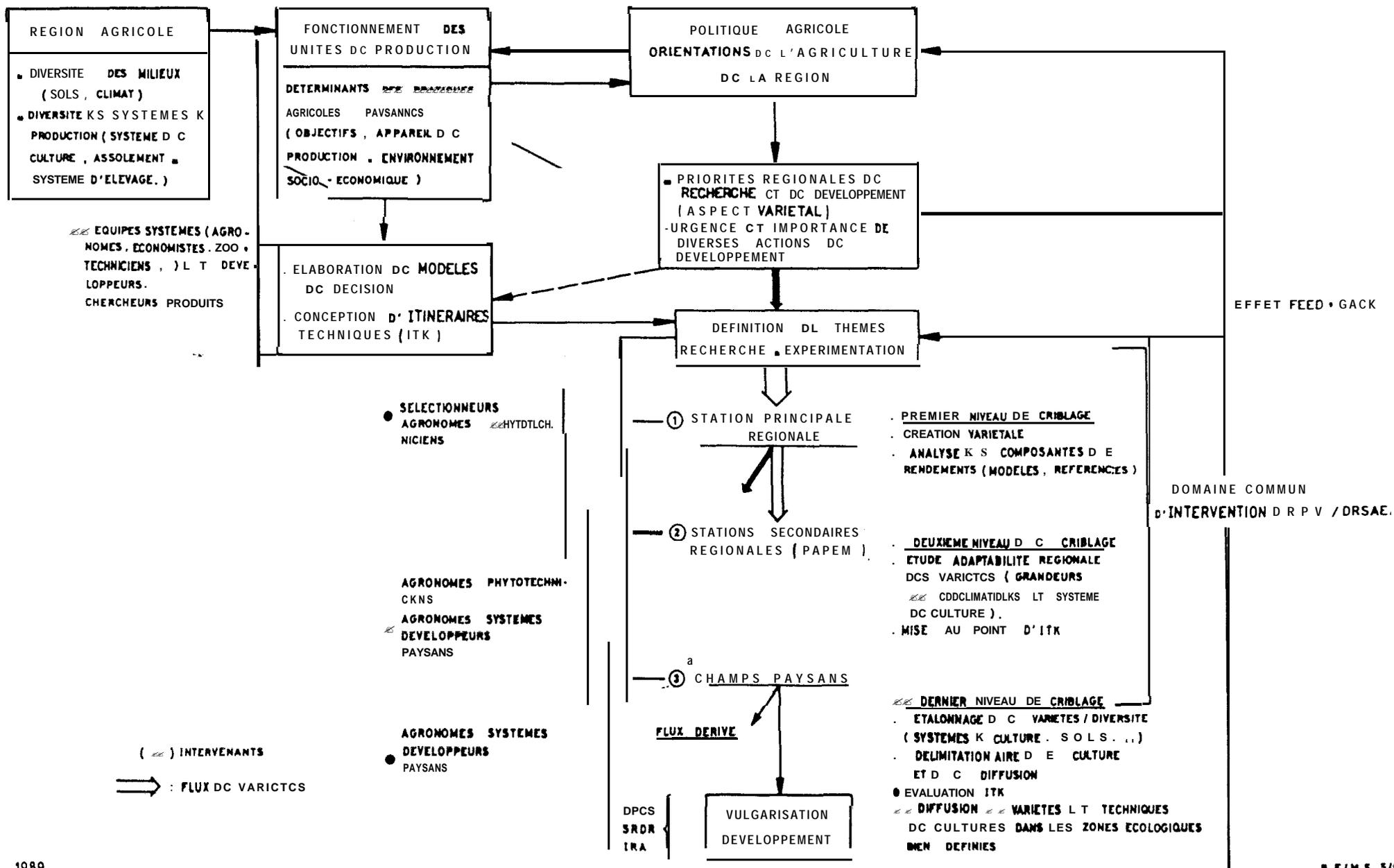
1 - Station principale

Les sélectionneurs procèdent au premier choix du matériel végétal - qu'ils ont créé ou qu'ils ont acquis de l'extérieur - selon des critères répondant aux priorités régionales en terme de variétés à cultiver. Ces priorités sont déterminées par les caractéristiques agro-climatiques de la région et par la politique agricole. Elles sont définies par les chercheurs-systèmes et les développeurs, en fonction des déterminants du fonctionnement des unités de production agricole paysannes.

Les agronomes phytotechniciens mettent en place pour chaque culture, une expérimentation destinée à établir les paramètres des modèles d'élaboration du rendement potentiel pour les variétés que les sélectionneurs proposent pour l'expérimentation multilocale. Ces modèles de références sont utiles à double titre : ils orientent d'une manière précise les contrôles à effectuer sur les cultivars pour toute expérimentation sur ces mêmes cultivars (Amélioration variétale, étude d'une technique, d'un système de culture...) ; et

DIAGRAMME 2 : ORGANIGRAMME DES ACTIONS NECESSAIRES A LA "REGIONALISATION" DE VARIETES :
PRINCIPAUX PARTENAIRES ET NIVEAUX D'INTERVENTION.

FILIERE RECHERCHE • DEVELOPPFCMNT



rendent compte du fonctionnement de la culture en l'absence de facteur limitant, et tout écart par rapport à ces modèles traduisant l'influence d'un facteur limitant. Ils constituent des unités de mesures dans le travail d'évaluation des variétés et de zonage.

2 - Stations secondaires ou PAPEM

Les sélectionneurs avec l'appui du chercheur-coordonnateur du réseau multilocal, mettent en place des essais statistiques pour étudier l'adaptabilité régionale des variétés proposées. Ces essais sont conduits selon le système de culture dominant de la région agricole préalablement défini par les chercheurs-systèmes. Cette étude aboutit logiquement à un deuxième criblage qui réduit systématiquement le flux de variétés à tester dans la diversité régionale (milieux et pratiques paysannes).

3 - Essais en champs paysans

On procède au dernier choix avant la vulgarisation des variétés. Trois types d'essais complémentaires sont envisagés :

a) Essais référentiels satellites

Ils ont pour but de vérifier les résultats obtenus en PAPEM et délimiter l'aire d'adaptation pédo-climatique des **cultivars** ; ils sont identiques à ceux installés en station secondaires.

b) Essais itinéraires techniques

Leur but est d'intégrer les variétés dans un (des) itinéraire (s) technique (s) répondant aux types de fonctionnement des unités de production paysannes (à des finalités socio-économiques diverses). On admet aujourd'hui que le niveau d'intensification d'une culture doit être fixée en fonction du type d'exploitation et que la conduite d'une culture ne peut être la même sur toutes les parcelles où elle se trouve la même année. Or, au niveau de l'exploitation paysanne l'application d'un itinéraire vise un objectif principal de rendement maximum au moindre coût et le plus régulièrement possible. Pour cela, les chercheurs-systèmes (agro-économistes, agronomes phytotechniciens, zootechniciens, etc.) modélisent les objectifs paysans et formulent en conséquence les traitements pour la conception et l'expérimentation d'itinéraire (s) techniques (s).

A cet égard, chaque zone cible devra abriter cet essai pour chaque variété retenue pour prévalgarisation et durant cinq ans.

c) Essais satellites multilocaux,

Ils explorent d'une manière plus complète la diversité régionale. Ils ont pour but de vérifier avec plus de précision l'adaptabilité des variétés aux principaux systèmes de culture paysannes, et d'étudier dans quelle mesure le paysan est capable d'adopter la variété. Il s'agit d'un vrai "éta-lonnage*" des variétés par rapport à la diversité régionale des types de sols et des pratiques agricoles paysannes.

Cette organisation vise à donner non seulement des références aux paysans mais également la possibilité de choix. La méthodologie expérimentale [dispositifs expérimentaux, méthode d'analyse...] est développée dans le para-graphe suivant. Par ailleurs, les essais à conduire en champs paysans, peuvent être programmés à partir de la troisième année d'expérimentation.

4 - Place du paysan dans le réseau

En tant qu'objectif cible du processus de transfert, le paysan doit être un partenaire privilégié dans la conduite du réseau et dans la filière Recherche-Développement. L'hypothèse de base retenue pour la définition de la place du paysan dans ce réseau est la suivante : la réussite dans le trans-fert d'une technique (ou d'un produit) n'est envisageable que si la technique est bien adaptée au système de production paysan **et** si le progrès qu'elle en-gendre peut être valorisé (CAPPILLON, 1985). Cette hypothèse résume d'une ma-nière condensée la problématique de la définition technique et économique des critères de choix. Aussi n'est-il donc pas nécessaire de considérer l'aspect "post-récolte paysan" dans l'adaptabilité des variétés ? La contrainte iden-tifiée en milieu paysan et freinant la diffusion du mil nain (difficulté de valorisations de la paille par le paysan) et éventuellement celle des variétés IBV (longueur des épis induisant une difficulté de mise en bottes) appuient cette interrogation (FOFANA⁽¹⁾, communication personnelle).

La participation paysanne est envisagée à plusieurs niveaux :

▪ La mise en place et la conduite des essais installés en champs paysans : l'entière responsabilité du chercheur dans la gestion des essais (conception, réalisation technique sur le terrain, organisation) n'est pas

(1) Sélectionneur mil ISRA-CNRA - Bamby.

incompatible avec une participation paysanne active ; elle est même obligatoire pour tous les essais conduits en champs paysans. Toutefois les modalités d'intervention du paysan varient selon le type d'essai.

- Dans les essais référentiels satellites, le paysan sert uniquement de main d'oeuvre car ces essais doivent être conduits avec suffisamment de contrôles à l'instar des essais installés en stations secondaires.

- Les essais itinéraires techniques permettent de mettre le paysan au courant des techniques de cultures que l'on veut diffuser avec la variété. C'est pourquoi, ils doivent être conduits en collaboration avec le paysan pour toutes les opérations **culturelles** (matériels agricoles semblables aux types utilisés par les paysans : semoirs et accessoires, matériels de sarclage (houes etc.),...) ; l'esprit est d'en faire un véritable support didactique et pour cela, toutes les interventions doivent lui être expliquées.

- Pour les essais satellites multilocaux, la stratégie est double et complémentaire : la conduite des parcelles est entièrement sous responsabilité paysanne ; les intrants ne lui sont pas fournis et aucune pratique ne lui est recommandée. On cherche à étudier :

a) d'une manière plus serrée, le comportement des cultivars, dans le système de culture paysan, d'apprécier par analyse comparative (analyse du rendement et analyse économique (marge brute)) les traitements de l'essai itinéraire technique par rapport au système de culture paysan.

b) dans quelle mesure les paysans intègrent de façon effective les nouveaux cultivars dans leur système de production et sous quel type de gestion.

Dans l'optique de minimiser les échecs éventuels inhérents aux aléas climatiques ou au manque de motivation des paysans, les essais en champs paysans devront durer plus de deux ans.

5 - Les modalités de collaboration :

- les attributions du coordonnateur du réseau :

Dans le fonctionnement du réseau :

- . élaborer les protocoles expérimentaux des essais conduits en champs paysans (particulièrement les essais ITK) en collaboration étroite avec les sélectionneurs et les chercheurs-systèmes, conduire une recherche sur la connaissance des cultivars ;
- . mettre en place, suivre et contrôler les essais en milieu réel en collaboration avec les équipes systèmes, les sélectionneurs et les agronomes concernés ;
- . collecter et traiter l'information en collaboration avec les sélectionneurs (surtout pour le maïs et l'arachide) ;
- . délimiter les zones de diffusion en collaboration avec les chercheurs-systèmes, les développeurs et les sélectionneurs ;
- . proposer au développement les variétés jugées aptes à la vulgarisation ;
- . gérer les fonds affectés à l'expérimentation multilocale ;
- . coordonner les activités des autres chercheurs au sein du réseau ;
- . coordonner les relations ISRA-Développement relatives à l'expérimentation multilocale.

Dans la dynamique de transfert :

- . maintenir une réflexion permanente sur les problèmes de transfert ;
 - . détecter les contraintes de transfert et remonter aux chercheurs-produits ;
 - . proposer des solutions techniques ou organisationnelles ;
 - . réadapter la méthodologie d'approche multilocale ;
 - . organiser au terme de chaque campagne des plages et rencontre entre la Recherche et le Développement, lieux de discussion et d'évaluation des résultats.
- les attributions des partenaires de la Recherche et du Développement :
- . participer à la mise en place, au suivi et contrôle des essais conduits en stations secondaires et en milieu réel et à la collecte des données ;
 - . juger de la validité des résultats obtenus ;
-

- . proposer des variétés ou des techniques à tester dans le réseau ;
- . contribuer à l'identification des contraintes de diffusion notamment les chercheurs-systèmes et les développeurs ;
- . contribuer à la diffusion des acquis ;
- . aider à l'identification des zones cibles ;
- . participer aux différentes réunions relatives aux essais multilocaux.

4.5 - Conception des dispositifs expérimentaux et méthode d'étude

4.5.1 - Choix des sites d'essais : critères de choix et règles de décision

Les critères de choix sont valables quel que soit le site :

a) le terrain d'expérience doit être très accessible en raison des besoins fréquents de contrôles des essais qui exigent une grande mobilité. Il faut si possible, que les champs d'essais soient aux voisinages immédiats des habitations afin que la surveillance **et** le recrutement de main d'oeuvre en soient facilités au 'besoin.

b) le terrain doit être suffisamment vaste pour abriter les essais, et situé en sol aussi homogène que possible. Toute source repérable d'hétérogénéités est à éviter : souches, termitière, cuirasse, passage d'eau, cuvettes ou zones d'hydromorphie, emplacement de charbonnière ou meules d'arachide, points de **parcage** de troupeaux, etc. Les variations importantes de fertilité, d'état physique du sol ou de pente risquent d'influencer fortement les résultats.

c) le terrain doit être représentatif des principaux types de sol emblavés dans la région, les résultats d'essais culturaux ne sont généralisables qu'à des sols de même type pédologique. Par exemple les conclusions expérimentales obtenues sur sols argileux ne peuvent être généralisées d'une manière systématiqueaux sols sableux et inversement (les conditions de sol et les techniques de culture étant en principe différentes).

La règle de décision est que tout terrain ne satisfaisant pas à ces principaux critères est à éviter pour l'installation du réseau multilocal. Signalons que si le choix des sites est aisé en station - car leur installation ayant tenu compte de ces critères - il demande beaucoup d'attention et de précaution en champs paysans dont l'histoire culturelle est difficile à connaître. Pour cela, l'observation des critères de choix et l'application systématique de la règle de décision sont vivement recommandées.

4.5.2 - Dispositifs expérimentaux

L'organisation méthodique des expérimentations exige le choix de dispositifs expérimentaux bien définis (HARRINGTON, 1953). Elle se justifie pour le besoin d'interpréter en un minimum de temps et avec le maximum d'exactitude et de commodités les données tirées des observations directes in situ.

Les dispositifs expérimentaux doivent être bien choisis et bien organisés en fonction du but visé, afin de fournir des données fiables permettant après analyse de répondre aux questions préalablement posées. Sur le plan purement statistique, il n'y a pas de différences entre la situation en PAPEM et en milieu paysan. Cependant les sources d'hétérogénéités étant beaucoup plus nombreuses en milieu réel, les deux cas sont traités séparément.

4.5.2.1 - Stations secondaires

L'objectif étant l'identification, à l'issue de plusieurs années d'études, de variétés bien adaptées aux fluctuations régionales de l'environnement, les essais seront conduits dans un système de culture constants (même itinéraire technique selon la pratique régionale dominante). Les traitements sont les différentes variétés que l'on étudie avec leur (s) témoin (s) de référence. Il s'agit donc d'essais simples en plusieurs séries. Les variétés sont choisies par le sélectionneur à partir d'un premier choix effectué en station principale : les effectifs seront donc assez réduits.

Les dispositifs expérimentaux applicables à ce genre d'essais sont multiples et variés (dispositifs complets randomisés, dispositifs en blocs de Fisher, dispositifs carré latin équilibré, etc.) (CAILLET, 1968). Mais le dispositif à choisir, doit présenter les caractéristiques suivants :

simplicité et souplesse (facile à mettre en place), rigueur (permettant une analyse solide des résultats expérimentaux) et fournissant une bonne prise en compte de l'hétérogénéité du sol (variabilité de la fertilité et irrégularité de l'exécution des façons culturales). En outre, pour des raisons de commodité dans le traitement des données, le dispositif reste le même d'une série d'essais à une autre au sein du réseau.

- Les dispositifs complets randomisés : dans ces dispositifs, chaque traitement est répété plusieurs fois, le nombre de répétitions peut varier d'un traitement à l'autre ; la randomisation est complète et totale. L'intérêt de ces dispositifs se trouve dans leur souplesse et la facilité de l'analyse statistique. Ils ont un inconvénient majeur lié à la faiblesse de la précision des tests et ils exigent aussi un terrain très homogène, situation assez rare.

- Les dispositifs en blocs et carrés latins incomplets lattices : les blocs ou lignes et colonnes ne contiennent pas tous les traitements. Ils permettent de bien minimiser l'erreur expérimentale et conviennent particulièrement aux essais variétaux portant sur un grand nombre de variétés.

- La méthode du carré latin : dans ces dispositifs le nombre de traitements est égal au nombre de répétitions. Ils ont l'avantage d'augmenter la précision de l'expérience (élimination de l'hétérogénéité du terrain dans deux directions perpendiculaires, réduction de l'erreur expérimentale). Cependant, elle est d'une portée assez restreinte, le nombre de traitements est limité à 4 ou 8. Ils sont recommandés si le choix des blocs est impossible sur le terrain (terrain où les hétérogénéités sont nombreuses et non structurées). D'autres inconvénients existent dans le dispositif carré latin : rigidité (le nombre de répétition est obligatoirement égal à celui des traitements), impossibilité de récupération en cas de dégâts ; si une partie de l'essai est endommagé, c'est tout l'expérience qui est rejetée.

- La méthode des blocs complets randomisés (Blocs de Fisher) : tous les traitements figurent dans chaque bloc où ils sont répartis par hasard. Les dispositifs en blocs réduisent l'hétérogénéité du sol dans une direction donnée ; la variance de l'erreur est déduite de la valeur de la variance des blocs et la précision de l'expérience est augmentée. C'est un dispositif souple et très flexible : il n'impose aucune restriction aux nombres de traitements et de répétitions, et donne la possibilité de séparer

les blocs si le terrain ne satisfait pas aux conditions du plan d'expérience. Les opérations culturales peuvent être échelonnées d'un bloc à l'autre en cas de contraintes de main d'oeuvre. Aussi cette méthode a l'avantage d'être très robuste : en cas de dommage les résultats sont encore interprétables car seuls les blocs affectés sont éliminés et l'équilibre ou la validité du plan expérimental est maintenue.

La grande contrainte liée à cette méthode est qu'elle ne se prête pas à l'étude d'un grand nombre de traitements (plus de 20) : la variance à l'intérieur des blocs tend à augmenter avec le nombre de traitements et la précision de l'expérience diminue (TOMASSONE, 1985).

Au vu de cette description sommaire, la méthode des blocs de Fisher semble mieux satisfaire aux critères de souplesse et de rigueur préalablement définis. Par conséquent nous la retenons pour le dispositif expérimental du réseau, mais en principe un dispositif expérimental ne doit être choisi qu'après examen du terrain.

4.5.2.2 - Champs paysans

Les essais variétaux en champs paysans ont pour objet le zonage pédoclimatique des cultivars testés dans un système de culture régional (essais satellites référentiels), l'étude plus serrée de leur adaptabilité régionale (diversité des systèmes de culture, diversité des milieux, diversité des unités de production et de l'environnement socio-économique) : essais itinéraires techniques et essais satellites multiloaux qui permettent de déterminer le potentiel de diffusion des cultivars.

Leur conception, notamment les essais satellites multiloaux, doit tenir compte de plusieurs contraintes éventuelles à caractère zonal ou non zonal :

a) La variance

Elle est surtout liée à la variabilité de l'environnement entre les sites et à la disparité des pratiques paysannes ; seulement l'objectif de base de ces essais est l'intégration de ces diversités. En expérimentation agronomique, un des moyens utilisables pour réduire les effets de la variabilité (ou réduire la variance) et d'améliorer la précision, est l'augmentation du

nombre de répétitions. Mais l'augmentation des répétitions risque de compliquer la conduite de ces essais et compromettre ainsi leur réussite. Il faut noter que la variabilité peut être aussi très importante pour les essais menés en station (Tableau 3).

Tableau 3 : Essais multiloceaux va 3 états sorgho : niveaux et variabilité des CV.

1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1986	1987	1988
			Cycle court-1						
Bambey 32	Bambey ?	Bambey 80,4	Bambey 32,5	Bambey ?	Bambey ?	Bambey ?	Bambey (L) 14,4	Bambey 16,2	Bambey 24,3
Boulel 49	Boulel ?	Boulel 33,5	Boulel 32,5	Boulel 34,7	Ndiémane 25,6	Ndiémane 25,6	Roff (L) 19,4	Roff 24,1	Roff 34,9
Got 32	?								
Ndiémane 36	Ndiémane ?	Ndiémane 30,8	Ndiémane 27,9	Ndiémane ?	Roff (L) 29,4	Roff (L) 29,4	Nioro (L) 26,8	Nioro 17,7	Nioro 12,7
					Roff (H) 29,2				
								Cycle intermédiaire	
							Nioro 25,4	Nioro 25,1	Nioro 19,0
							Séfa 22,2	Sint.Ma 14,1	Thyssé 29,0
								Vélinga-11,1	
								Ira	
								Séfa NE	

L : lignées
 H : Hybride
 X : Coefficient de variation (CV)

Source : Rapports annuels du programme Sorgho
 Série 1978-87

b) Les biais :

Ils peuvent compromettre la validité s'ils ne sont pas réduits au maximum possible. Ils ont plusieurs origines :

▪ le mode de gestion des parcelles d'essais satellites multilocaux est souhaité être conforme du mode de gestion habituelle du paysan. Or ce dernier pourrait modifier ses pratiques en faveur des parcelles de ces essais (applications supplémentaires d'engrais, soins particuliers dans le sarclage par exemple, etc.) s'il nourrit l'espoir d'une récompense ;

▪ l'inventaire des activités culturelles : il peut s'agir d'un non report d'activités réalisées ou le report d'une activité non réalisée ;

▪ l'évaluation des traitements : pour des raisons psychologiques le paysan est capable de porter un faux jugement sur les traitements.

c) La conduite des essais :

La perte de parcelles est fréquente dans les essais en milieu paysan (THIAM NDOYE et SY, 1986 ; LUCE, 1987). Elle peut être due à un manque d'entretien (parcelles envahies par les adventices), à un manque de surveillance et de contrôle [passage d'animaux en divagation) ou à une confusion des récoltes.

Si la contrainte variabilité est difficile à relever, les biais et les échecs de conduite peuvent être sensiblement réduits par un contrôle régulier des essais en général et une bonne sensibilisation des paysans "expérimentateurs".

4.5.3 ▪ Conception du dispositif expérimental du réseau

Le dispositif est conçu suivant les principes fondamentaux de l'expérimentation (randomisation, répétition, contrôle de l'erreur) et d'extrapolation des résultats de recherche.

a) Le dispositif est pluriannuel et multilocal :

Pour pouvoir analyser le rôle du milieu vis-à-vis du comporte-

ment des variétés (analyse de l'interaction génotype - milieu, analyse comparative de la valeur des composantes du rendement) il est nécessaire de répartir les sites des différents essais dans des situations aussi contrastées que possible.

b) Le dispositif doit être un bon échantillonnage du milieu régional et des conditions techniques de sa mise en valeur (diversité des systèmes de culture, diversité de fonctionnement des systèmes de production). En vue de donner aux résultats une valeur agronomique régionale, les différents types d'essais devront couvrir toutes les régions agricoles du pays et les essais satellites multilocaux implantés chez un effectif suffisant de paysans pour une exploration suffisante de la diversité.

c) Le dispositif doit être conçu comme un ensemble cohérent

Il faut que les résultats des essais réalisés en PAPEM et ceux des autres essais référentiels satellites puissent être rapprochés les uns des autres pour permettre une interprétation globale, base de l'extrapolation. Cela doit aussi être le cas entre les essais référentiels satellites, les essais satellites multilocaux et les essais itinéraires techniques. En conséquence, les traitements devront être identiques (mêmes variétés) bien que certaines variétés risquent d'être éliminées d'un type d'essais à l'autre, **et** chaque situation définie par une liste de caractéristiques jugées essentielles (type de sol, histoire culturale, et pratiques culturales pour les essais satellites multilocaux) pour servir de critères de sélection, d'élimination et de regroupement de situations étudiées. Il y a aussi intérêt à ce que les essais restent constants dans le temps et l'espace au sein de chaque type : nombre de répétitions, taille de parcelles, densités de semis, précédent cultural...

Les essais installés en champs paysans doivent être intégrés par unité cohérente comme le village (DIEDHIOU⁽¹⁾), communication personnelle), avec les mêmes témoins pour chaque unité. On propose la structuration suivante :

(1) Biométricien ISRA.

- Essais référentiels satellites : taille de parcelles, densités de semis et nombre de répétitions identiques à ceux des essais menés en PAPEM ; c'est le genre d'essais station menés en milieu paysan ;

- Essais satellites multiloceaux : au niveau de chaque unité expérimentale choisie, ils sont installés chez un effectif de 4 à 5 paysans expérimentateurs avec 3 répétitions au moins par paysan afin de tenir compte de l'interaction paysan-traitement (ou système de culture paysan-traitement). Les parcelles expérimentales peuvent être de grande taille (400 m²) s'il n'y a pas de contraintes de disponibilité de surface ;

- Essais itinéraires techniques : ils sont installés chez un agriculteur, dans chaque zone écologique homogène, sur grandes parcelles (0,5 à 1 ha), sans répétition pour une durée de cinq ans afin de prendre en compte les arrières effets et la variabilité climatique ; la priorité est donnée à l'analyse agronomique. Cependant, si la durée de cinq années d'expérimentations est jugée longue par rapport au délai de diffusion de la (des) variété (s), elle peut être réduite à deux ou trois ans en travaillant sur un grand effectif de paysans-expérimentateurs et en faisant des répétitions (3) au niveau paysan.

La grande dimension des parcelles expérimentales est dictée par le besoin de se rapprocher des conditions mêmes de la région agricole en retenant les outils couramment utilisés par les paysans. Les hétérogénéités liées au fonctionnement des outils, en interaction avec le milieu, font partie intégrante de l'expérimentation et guident le plan d'échantillonnage. Les hétérogénéités sont utilisées pour se référer à des lois de comportement du peuplement végétal : on parle d'une démarche d'enquête dans les parcelles expérimentales (CAPILLUN et FLEURY, 1986 ; MANICHON 1987).

Les modalités de suivi de l'expérimentation (essais en station, essais en champs paysans) se résument aux contrôles de la réalisation technique des essais (mise en place, techniques culturales) et à l'analyse de l'élaboration des composantes du rendement des cultivars.

4.5.4 - Méthodes d'étude

4.5.4.1 - Analyse agronomique et statistique

L'objectif idéal que l'on peut viser est de disposer de possibilités

méthodologiques suffisantes permettant d'apprécier l'impact effectif des facteurs limitants sur l'élaboration du rendement. Pour cela il faut avoir suffisamment de connaissances sur la valeur des composantes de rendement des cultivars que l'on étudie, et de possibilités humaines et matérielles (main d'oeuvre technique compétente et suffisante, équipement approprié) pour caractériser les états des peuplements et des milieux de culture. Des connaissances sur l'élaboration du rendement sont disponibles pour certaines cultures (riz, arachide, maïs) et on espère l'acquisition de références relatives au rendement des variétés à partir des stations principales. La caractérisation des états du milieu à travers le réseau se limitera au contrôle du climat (pluviométrie) types de sol et de l'histoire culturelle (précédent cultural, pratiques de fumure etc.).

L'analyse statistique sera axée surtout sur l'interaction génotype milieu (le rendement est pris comme principal critère de jugement de cette interaction) et sur la stabilité du rendement. Les méthodes d'analyse statistique que l'on peut envisager sont :

▪ **Analyse de variance** : elle suivra l'organigramme de l'analyse de variance (tableau 4) et comprend deux étapes :

a) Analyse séparée par site et par année :

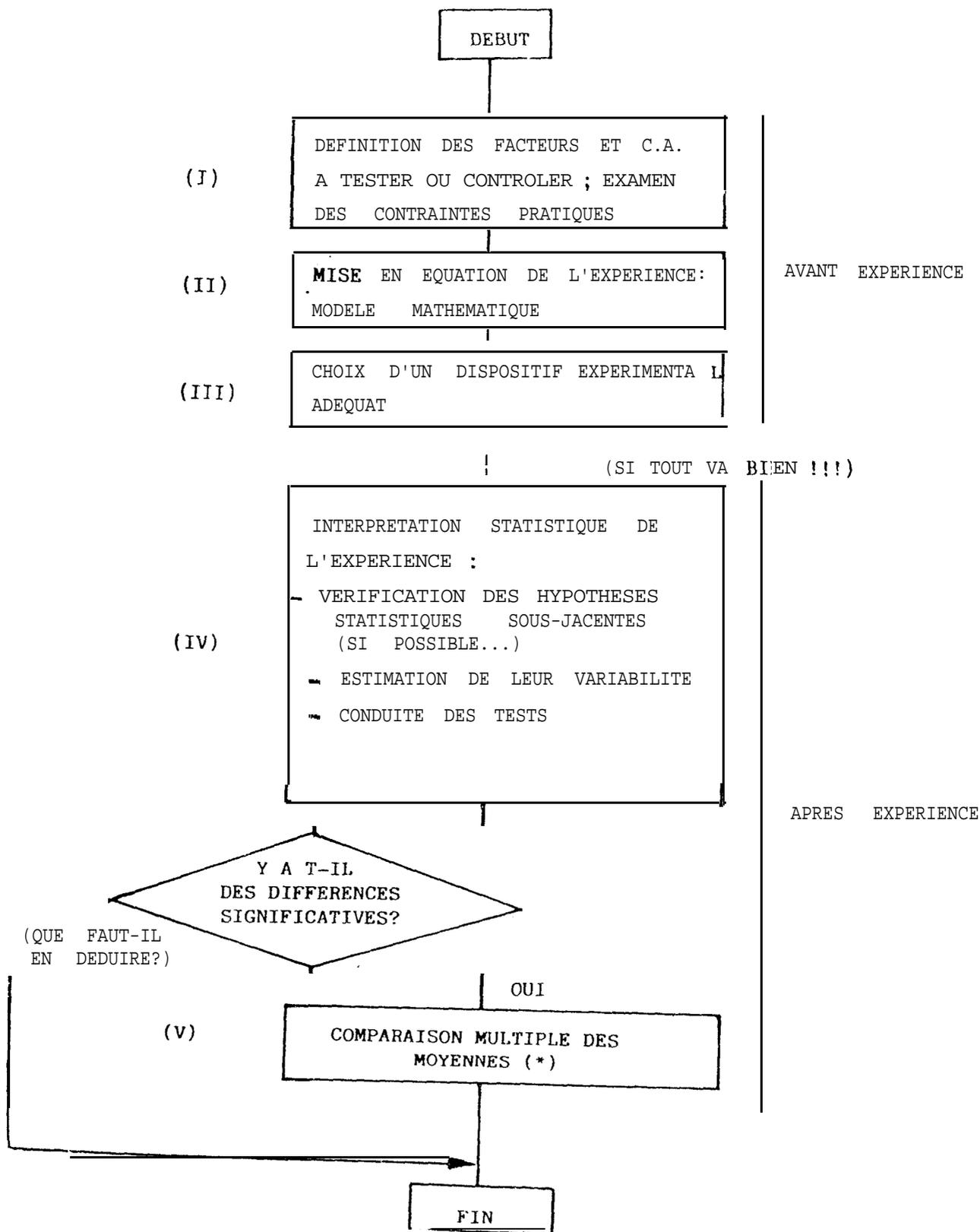
L'analyse est réalisée chaque année pour chaque station. Elle permet de réaliser le classement des traitements pour chaque expérience élémentaire et détecter les interactions ; les résultats obtenus dans ce cadre restreint peuvent varier entre stations et années. L'existence d'interactions entre stations ^{OU} entre années se traduit en principe par une différence significative du classement d'une station à l'autre pour une année ou d'une année à la suivante pour une même station. L'analyse séparée par site est complétée par un test d'égalité des **variances** : il permet de regrouper les essais ayant des **variances** résiduelles semblables (erreurs expérimentales semblables). Ensuite on peut procéder à l'analyse de l'interaction génotype-milieu au sein de chaque regroupement pour vérifier si l'effet lieu est aléatoire ou non et d'étudier les origines de l'interaction.

b) Analyse d'ensemble : Tous sites confondus

Dans cette phase on étudie d'une part, les interactions **signifi-**

Source : FRANCILLON, 1986 in "Analyse statistique des résultats d'enquêtes et d'essais"

TABLEAU 4 - ORGANIGRAMME DE L'ANALYSE DE VARIANCE



(*) Test & = Tests de DUNCAN, NEWMAN et KEPLER COURRIER

catives entre traitements et stations et traitements et années ; et d'une part les possibilités de généraliser les résultats significatifs à la large gamme de situations culturales à l'échelle régionale et nationale et d'autre part.

- Analyse de stabilité de rendement dans la mesure du possible selon le modèle de EBERHARDT et RUSSEL, FINLAY et WILKINSON ;

- Analyse factorielle des correspondances (AFC) (DAUDIN, 1982) ou analyse hiérarchique pour évaluer qualitativement le comportement des variétés dans les régions agricoles ;

- Analyse en composantes principales (DAUDIN, 1982) sur les composantes du rendement de manière à déterminer les relations entre variables du rendement et identifier les composantes qui expliquent le plus de rendement.

La complémentarité qui existe entre ces différentes méthodes (analyse agronomique et analyse statistique) les rend nécessaires si l'on souhaite une analyse approfondie et cohérente des résultats, pouvant aboutir à des propositions extrapolables. En effet, la méthode d'analyse de la variance, l'analyse de la stabilité et l'analyse des composantes du rendement permettent de procéder aux choix des meilleurs cultivars ; l'AFC et l'analyse du rendement aident à un zonage régional précis des variétés ; l'A.C.P a pour but la caractérisation agronomique des variétés.

A propos des moyens, il existe des logiciels statistiques (MSTAT, LISA, STAT-ITCF, ...) permettant de réaliser ces analyses. Le service d'informatique et de biométrie de l'ISRA pourra au besoin nous appuyer dans ce travail d'analyse.

4.5.4.2 - Analyse économique

A - Principes et objectifs de l'analyse

L'analyse économique est destinée aux essais itinéraires techniques aux essais référentiels satellites et aux essais satellites multilocaux. Sa raison d'être est d'étudier l'impact économique des variétés et des techniques d'accompagnement sur les résultats du système de production paysan ; quel progrès technico-économique peuvent-elles engendrer dans le fonctionnement de l'unité de production du paysan ? La cohabitation zonale prévue entre

essais référentiels satellites et essais satellites multiloaux d'une part, et entre essais itinéraires techniques et champs paysans d'autre part permet de faire des comparaisons pertinentes entre les différentes situations de cultures qui sont assimilées à des systèmes distincts.

B - Méthode générale d'analyse économique

La méthode d'analyse économique s'inspire de la méthode CIMMYT d'analyse économique des essais agronomiques, présentée dans les "Actes du séminaire de Nianing" par CRAWFORD (1986). Cette démarche permet de déterminer les traitements financièrement rentables dans le contexte du système de production paysan. Elle a déjà servi dans l'analyse agroéconomique des tests d'intensification de la riziculture de nappe et de fertilisation du maïs menés par l'équipe système de Djibélor en Basse Casamance (NDIAME et al 1988). Mais le critère de jugement le plus pertinent dont on peut disposer est la marge brute. Six étapes sont suivies :

1 - Le calcul du produit brut (PB) correspondant aux différents traitements et systèmes.

2 - L'énumération des différents intrants utilisés et l'estimation de leur valeur (VIU).

3 - Le calcul du bénéfice net (PB-VIU) pour chaque traitement ou système.

4 - Le calcul pour chaque traitement ou système du taux marginal de rentabilité (TMR) qui s'obtient par le rapport (en pourcentage) entre le bénéfice net additionnel et les coûts additionnels entraînés par l'adoption de niveaux croissants de l'intrant ou du système. Ce terme évalue ce que gagne le paysan en termes de revenu net quant il dépense des sommes de plus en plus importantes pour produire.

5 - La détermination des traitements et systèmes dont la rentabilité justifie leur adoption par le paysan.

6 - La détermination du traitement et/ou du système - parmi ceux qui sont estimés suffisamment rentables - qui paraît le plus intéressant compte tenu des moyens : stockage, possibilité de valorisation des SOUS-

produits et des surplus. En principe c'est ce traitement ou ce système qui doit être proposé au développement.

Il est clair bien sûr que le sens réel des résultats de l'analyse ne peut être appréhendé que lorsque ces résultats sont situés par rapport au fonctionnement régional des systèmes paysans [objectifs, appareil de production, déterminants des choix stratégiques).

Etant donné que les **cultivars** sont étudiés à partir d'essais s'identifiant à des systèmes, la méthode d'analyse présentée pourrait être appliquée à ces systèmes.

4.6 - Quelques recommandations complémentaires

La conception technique et méthodologique du réseau d'essais multilocaux telle que décrite dans les pages précédentes est insuffisante pour garantir son bon fonctionnement et la réussite des essais. Il faut en plus prendre des mesures matérielles et organisationnelles d'accompagnement pour une meilleure gestion du réseau.

1 - Le suivi et la coordination des essais demandent une grande disponibilité et une bonne mobilité de la part du coordonnateur.; ce qui implique un système de fonctionnement et des conditions matérielles d'exécution bien adaptées.

2 - Le dispositif multilocal doit explorer l'échelle du territoire national, et quelle que soit l'importance des moyens disponibles, sa gestion dépasse les capacités d'une seule personne. Ainsi en dehors de la zone centre qui peut être sous contrôles directs du coordonnateur, il faudra nécessairement des appuis internes (ISRA) et externes (SODAGRI, SODEFITEX, SODEVA, SOMIVAC,...) selon la zone et le niveau d'intervention.

3 - Afin de limiter les pertes de temps et réduire les coûts de déplacements, il y a intérêt de regrouper et d'intégrer au maximum les essais dans chaque zone cible par village ou groupe de villages voisins.

4 - Des problèmes peuvent surgir du fait d'un manque de motivation des agents. Le choix des partenaires doit concerner des personnes de confiance et le nombre d'essais contrôlés limité à un essai par agent (ATA).

5 - La réussite des essais dépend avant tout de la qualité de leur mise en place. Aussi le choix des sites, le piquetage et la délimitation des parcelles (mise en place des dispositifs expérimentaux) doivent être réalisés dans la mesure du possible par le personnel de la Recherche.

6 • En vue d'éviter les erreurs de transcription, les données doivent être écrites en français et directement sur le terrain. De préférence les données seront écrites au crayon de manière à éviter que les écritures s'effacent si le Stylo à bille est utilisé en conditions humides.

7 - Les cultures destinées à l'expérimentation à une échelle régionale sont diverses, et la connaissance de toutes les cultures n'est pas évidente. Il est donc utile que les objectifs visés et les limites de validité des résultats soient définis avec les chercheurs impliqués.

8 - La mise en place des intrants agricoles (engrais, semences) et l'équipement doit être faite suffisamment tôt et dans de bonnes conditions. Le grand retard dans le paiement de la main d'oeuvre doit être aussi évité.

9 • Dans le cas des essais implantés en champs paysans, les dates de semis et de récolte sont obligatoirement recommandées dans le souci de contrôle et pour éviter les pertes d'essais.

10 • La réhabilitation des PAPEM non fonctionnels en ce moment pour maintenir un bon zonage de l'environnement pédo-climatique. Dans le cas contraire une substitution peut être envisagée en implantant les essais en question en régie. Dans la même optique de réhabilitation, il est bon de prévoir une meilleure gestion des assolements et des hétérogénéités des terrains en cherchant de connaître l'histoire culturelle des parcelles expérimentales.

Le fonctionnement du dispositif d'expérimentations multilocalles implique la mobilisation de moyens humains, matériels et financiers suffisants même si l'évaluation n'est pas faite dans ce rapport.

Conclusion

Les objectifs qui motivent la mise sur pied d'un dispositif d'essais multilocalles sont divers et par ailleurs leur réalisation implique le concours de la Recherche, du développement et du paysannat. Toutefois,

l'intervention des différents partenaires doit s'inscrire nécessairement dans le cadre d'une filière Recherche/Développement pour une meilleure conjugaison des efforts de Recherche et de Transfert. A l'opposé de la démarche suivie dans le précédent réseau, une grande considération est accordée à la participation paysanne ; on tient compte du système de culture paysan.

La conception statistique du réseau repose sur le principe de la représentativité pédoclimatique (essais en PAPEM) et technico-économique (essais satellites multiloaux en champs paysans).

Le dispositif expérimental en blocs de Fisher est retenu pour la conduite des essais, et plusieurs méthodes d'analyse complémentaires sont envisagées en vue d'une meilleure identification des cultivars les plus performants et d'une délimitation précise des zones d'adaptation.

Par ailleurs, la mise en service du dispositif d'essais, demande des moyens (humain, matériel et financier) suffisants.

V - CONCLUSIONS GENERALES

La validation des résultats de la Recherche agronomique (variétés, techniques, itinéraires techniques) à l'échelle régionale ou zonale est un préalable obligatoire à toute action de vulgarisation ou de développement, compte tenu des fluctuations pédoclimatiques et de la disparité des systèmes de culture que peuvent englober les régions agricoles d'un pays.

L'élaboration de références techniques (ou technico-économiques) régionales sur des produits (variétés par exemple, ou des techniques de culture) adaptées à la gamme des types de fonctionnement dominants des unités de production paysannes, est l'objectif que doit viser toute extrapolation des résultats de la recherche. C'est pourquoi si elle est bien conçue et suffisamment développée, elle devient génératrice de progrès agricole.

L'enjeu d'une telle recherche réside dans les conséquences que peut engendrer la diffusion de mauvaises références ou la non diffusion de bonnes références, dont on sait que les limites et/ou les performances ne peuvent être entièrement appréhendées qu'après vulgarisation. Alors les conséquences pouvant découler de ces deux cas de figure sont le ralentissement du progrès.

De nombreuses références (variétales ou agronomiques) ont été produites (chapitre 1) à partir du dispositif d'expérimentation multilocale. Cependant la méthodologie utilisée (protocoles expérimentaux, méthodes d'analyses des résultats) n'est pas totalement appropriée.

Les propositions formulées dans ce document ont pour objet d'apporter une meilleure cohérence et performance, et alors la démarche qui en résulterait permettra une bonne prise en compte de toutes les grandeurs techniques et socio-économiques qui déterminent la validité régionale des résultats de Recherche. Les méthodes d'analyse proposées devraient apporter plus de rigueur que celles utilisées dans le réseau d'essais antérieur, mêmes si elles ont leurs limites. Les avantages que l'on peut en attendre dans ce cas sont :

a) La Recherche pourra mieux mettre en valeur le réseau d'expérimentations et augmenter aussi sa crédibilité en proposant des résultats plus *fiabiles dans le contexte rural.

b) Les services régionaux de multiplication pourront définir avec plus de finesse leur programme de multiplication grâce à une meilleure connaissance des cultivars.

c) Les paysans pourront espérer une plus grande régularité de leur production du fait d'une meilleure adaptation des variétés proposées aux caractéristiques régionales.

C'est pourquoi le travail d'expérimentation multilocale doit aboutir à l'élaboration de documents de vulgarisation (élaborés par la Recherche) suffisamment complets qui présenteront à la fois les caractéristiques des variétés, le zonage pédoclimatique, les itinéraires techniques de culture (mise en place, conduite) et les niveaux de rendement correspondants, la valeur agroéconomique des variétés (niveaux de rendement et rentabilité économique) dans la diversité des systèmes paysans explorés.

VI - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A- AGRONOMIE -

- 1 - BOIFFIN J., CANEILL J., MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M., 1981 -
Elaboration du rendement et fertilisation azotée du blé d'hiver en Champagne Crayeuse. 1 - Protocole et méthode d'étude d'un problème technique régional. Agronomie, 1981, 1 (7), 549-558.
 - 2 - CAPILLON. A., 1985 - Connaître la diversité des exploitations : un préalable à la Recherche de références techniques régionales. Agriscope, 6, 31-40.
 - 3 - CAPILLON A., FLEURY A., 1986 - Conception d'itinéraires techniques et diversité des exploitations agricoles. BTI 269-294.
 - 4 - CAPILLON A., MEYNARD J.M., 1981 - Lois d'actions des éléments fertilisants - Principes de la fertilisation minérale. Techniques agricoles 1200 (5-1981).
 - 5 - CHARREAU C., NICOU R., 1971 - L'amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest africaine et ses incidences agronomiques. Agronomie tropicale, 1971, 26 (9), 903-1018.
 - 6 - MANICHON H., 1982 - L'action des outils sur le sol : Appréciation de leurs effets par la méthode du profil cultural. Science du sol, 3, 203-219.
 - 7 - MANICHON H., 1986 - Observation morphologique de l'état structural et mise en évidence d'effets de compactage des horizons travaillés. Séminaire CEE "Land USE", Avignon, 17-18/9/85.
 - 8 - MANICHON H., GAUTRONNEAU Y., 1987 - Guide méthodique du profil cultural. 69 p. et annexes.
 - 9 - MEYNARD J.M., SEBILLOTTE M., 1983 - Diagnostic sur les causes de variation du rendement du blé dans une petite région. La fatigue des sols. 23ème colloque SFP, Versailles 21-22 Octobre 1982. Ed. INRA publ. 1983. 157-168 (Les colloques de l'INRA n° 17).
-

- 10 - MEYNARD J. M , 1985a - Construction d'itinéraires techniques pour la conduite du blé d'hiver. Thèse de Docteur Ingénieur INA-PG, 258 p. et annexes.
 - 11 - MEYNARD J.M , 1986 - Conduite de la Sole de blé dans un calendrier de travail chargé. Eléments de solution. BTI 412-413.
 - 12 - MEYNARD J. M , DAVID G. , 1987 - Diagnostic sur l'élaboration du rendement des cultures. Communication au colloque fertilité des sols et besoins des plantes. Sowento. Italie. 6-7 Mai 1987. 21 p.
 - 13 - MEYNARD J. M , RIBEYRE C. , BUUDON O. , LAURENT E. , 1988 - Pour mieux connaître les variétés de blé : Analyser l'élaboration de leur rendement. A paraître perspectives agricoles, Novembre 1988. 10 p.
 - 14 - NICOU R. , 1978 - Etude de successions culturales au Sénégal. Résultats et méthodes. Agron. trop. , 1978, 33 (1), 51-61.
 - 15 - NICOU R. , SEGUY L. , HADDAD G. , 1970 - Comparaison de l'enracinement de quatre variétés de riz pluvial en présence ou absence de travail du sol. IRAT/Sénégal, doc. miméo., 20 p.
 - 16 - SEBILLOTTE M , 1979 - Agronomie - Document 2 pour l'enseignement de première année de la chaire d'Agronomie - INA-PG Février 1979, 134 p.
 - 17 - SEBILLOTTE M. , 1986 - Itinéraire technique et système de culture DAA "Sciences et techniques des productions végétales" DEA "Production végétale". INA-PG, Novembre 1986, 20 p.
 - 18 - SEBILLOTTE M. , 1986 - Définitions - Cours DAA "Sciences et Techniques des Productions Végétales" INA-PG, Novembre 1986, 2 p.
 - 19 - SEBILLOTTE M. , 1987 - Le concept de traitement et la conception de traitement. Conseil scientifique de l'INRA , Mai 1987, 22 p.
 - 20 - SEBILLOTTE M. , 1987 - Intérêt de l'Agrophysiologie pour le raisonnement des itinéraires techniques en fonction des objectifs de rendement. Illustration sur le blé. Conseil Scientifique de l'INRA , Mai 1987. 15 p.
-

- 21 ■ TARDIEU F., 1985 - Conséquences des hétérogénéités décimétriques de la densité racinaire sur les transferts d'eau sol-plante. Rapport d'activité. INRA, 1985, 9 p.
- 22 ■ TARDIEU F., MANICHON, H., 1986 - Caractérisation en tant que capteur d'eau de l'enracinement du maïs en parcelle cultivée. II - Une méthode d'étude de la répartition verticale et horizontale des racines. Agronomie, 1986, 6 (5), 415-425.
- 23 ■ TARDIEU F., MANICHON A., 1987 ■ Etat structural, enracinement et alimentation hydrique du maïs.
I ■ Modélisation d'états structuraux types de la couche labourée
Agronomie 1987 7 (2).
- 24 ■ TARDIEU F., MANICHON A., 1987 ■ Etat structural, enracinement et alimentation hydrique du maïs.
II ■ Croissance et disposition spatiale du système racinaire.
Agronomie 1987, 7 (3), 201-211.
- 25 ■ TARDIEU F., 1987 ■ Etat structural, enracinement et alimentation hydrique du maïs. III ■ Disponibilité des réserves en eau du sol. Agronomie, 1987, 7 (4).
-

B - BIOMETRIE - STATISTIQUE - EXPERIMENTATION AGRICOLE

- 1 - CAILLEZ F., 1968 - Description des dispositifs expérimentaux. Division des exploitations. Section Inventaires et Statistiques, Mars 1968, 32 p.
 - 2 - DENIS J.B., VINCOURT P., 1982 - Panorama des méthodes statistiques d'analyse des interactions génotype - milieu. Agronomie, 1982, 2 (3), 219-230.
 - 3 - DAUDIN J.J., 1982 - Analyse en composantes principales. Cours de mathématique et informatique pour l'enseignement de deuxième année. INA-PG, 1982, 43 p.
 - 4 - DAUDIN J.J., 1982 - Analyse factorielle des correspondances. Cours pour l'enseignement de deuxième année de la chaire de mathématique informatique. INA-PG, 1982, 12 p.
 - 5 - DAUDIN J.J., 1982 - Biométrie. Cours pour l'enseignement de troisième année de la chaire de zootechnie. INA-PG, 1983, 135 p.
 - 6 - FRANCIILLON G., 1985 - Analyse statistique des résultats d'enquête et d'essais. Actes de l'atelier "La Recherche Agronomique pour le milieu paysan": Nianning 5-11 Mai 1985, 180-213.
 - 7 - HARRINGTON J.B., 1953 - Manuel du sélectionneur. Collection FAO : Progrès et mise en valeur - Cahier N° 28. FAO-Rome - Avril 1953, 125 p. et annexes.
 - 8 - LOYNET M.G., KERE A., SIDIBE O., 1985 - Bilan des essais variétaux 1981-1984 - Projet régional d'amélioration des mil, sorgho, niébé et maïs. CILSS Institut du Sahel, Juin 1985, 78 p. et annexes.
 - 9 - TOMASSONE R., 1986 - Biométrie. Cours pour l'enseignement de troisième année de la chaire Mathématique et Informatique INA-PG, Juillet 1986.
 - 10 - WEIL J., 1988 - Recommandations pour une stratégie expérimentale commune dans un programme d'amélioration variétale Riz - IRAT - CIRAD. Janvier 1988, 10 p.
-

C - ECONOMIE -AGRI COLE -

- 1 - CRAWFORD E. W. , 1985 - L'analyse économique des essais agronomiques. Actes de l'atelier. "La Recherche Agronomique pour le milieu paysan". Nianning, 5-11 Mai 1985, 214-232.

 - 2 - NDIAME F. , COULIBALY D. , FALL A. , LO M. , 1988 - Mise au point et transfert de technologies améliorées de Production pour les exploitations agricoles de la Basse Casamance : Expérience de l'équipe système de Djibélor. Document de travail présenté à la conférence ISRA/MSU-Dakar, 7-8 Juillet 1988, 22 p. et annexes.
-

D - EXPERIMENTATION MULTILOCALE ET VULGARISATION

RECHERCHE-DEVELOPPEMENT ET TRANSFERT

▪ ESSAIS VARIETAUX

a - Arachide

- 1 - BOCKELEEE-MORVAN M., MAUBOUSSIN J.C., 1967 ▪ Possibilités offertes par l'emploi d'une variété d'arachide à cycle court résistante à la sécheresse dans la zone Nord du Sénégal - IRAT-IRHO - Dakar, 1967 - 15 p.
 - 2 - BOCKELEEE-MORVAN M., 1983 - Les différentes variétés d'arachide : Répartition géographique et climatique ▪ Disponibilité. Fiches techniques des variétés vulgarisées ▪ Oléagineux, 1983, 2 p.
 - 3 - GARET B., 1977 ▪ Expérimentation multilocale. Variétés arachide ISRA-CNRA Bambey, Avril, 1976, 15 p.
 - 4 - GARET B., 1977 ▪ Expérimentation multilocale. Service amélioration de l'arachide ▪ Expérimentation variétale arachide d'huilerie ▪ ISRA-CNRA - Bambey, 1978.
 - 5 - GALJTREAU J., GARET B., MAUBOUSSIN J.C., 1980 - Une nouvelle variété d'arachide sénégalaise adaptée à la sécheresse : la 73-33 - ISRA-CNRA Bambey, 1980, 16 p.
 - 6 - ISRA - Expérimentation arachide 1978 ▪ Essais multilocaux arachide d'huilerie en collaboration avec SARV et MDRH-CNRA Bambey 1979, 16 p.
 - 7 - ISRA ▪ Essais multilocaux arachide d'huilerie en collaboration avec SARV et MDRH. Campagne 1979 - CNRA - Bambey, 24 p.
 - 8 - ISRA- 1982 ▪ Caractéristiques des variétés d'arachide actuellement recommandées au Sénégal. CNRA Bambey ▪ 1982 - 11 p.
 - 9 - ISRA - 1984 - La répartition variétale de l'arachide au Sénégal. Situation passée et présente, suggestion pour l'avenir ▪ CNRA-Bambey, Janvier 1984, 8 p.
-

10 - MORTREUIL J. C. , KHALFAOUI J. L. , 1986 - Amélioration génétique de l'arachide au Sénégal - Evolution, acquis et orientations de Recherches - ISRA-CNRA - Bambey, 34 p.

b - Niébé

11 - CISSE N. , 1984 - L'amélioration du niébé au Sénégal : Réalisations et perspectives - ISRA-CNRA - Bambey 1984, 28 p.

12 - NDIAYE M. , 1986 - Bilan de trente ans de Recherches sur le niébé au Sénégal - ISRA-CNRA - Bambey, 1986, 14 p.

13 - THIAW S. , 1980 - Rapport pour réunion des essais multilocaux. Section diversification des cultures - ISRA-CNRA - Bambey, 5 p.

14 - THIAW S., 1984 - Résultats des essais régionaux variétaux de niébé. Deuxième réunion des comités scientifiques nationaux du projet régional d'amélioration des mils, sorgho, maïs et niébé - Banjul 7 Mars 1983, 4 p.

c - Sorgho

15 - CHANTEREAU' J., DIALLO M. , 1982 - Rapport de synthèse campagne 1981 - Amélioration sorgho Nord. ISRA-CNRA Bambey 1982, 8 p.

16 - DENIS J.C., 1978 - Résultats de l'hivernage 1977; Sorgho Sud ISRA-CNRA Bambey, 3 p.

17 - DENIS J.C., 1978 - Rapport de synthèse campagne 1977 de la division amélioration sorgho Sud. ISRA-CNRA - Bambey, 20 p.

18 - ETASSE C., LAURENT P., 1970 - Index des principales variétés de sorgho cultivées au Sénégal. Variétés locales et recommandées. IRAT-CNRA Bambey, 19 p.

19 - FALL M. , 1983 - Prévulgarisation des nouvelles variétés de sorgho créées au CNRA de Bambey. ISRA-CNRA - Bambey 1983, 7 p.

20 - ISRA - Expérimentation multilocale. Amélioration du sorgho. Service Amélioration du sorgho Nord. Campagne 1979. CNRA, Bambey 1980, 7 p.

- 21 - ISRA - Note synthétique sur les essais multilocaux sorgho précoce en hivernage 1981 - CNRA - Bambey, 4 p.
- 22 - ISRA - Recherche variétale sorgho sur le fleuve Sénégal en culture irriguée - CNRA, Bambey 1981, 15 p.
- 23 - LE CONTE - Etat des sélections sur sorgho et maïs au Sénégal. Compte rendu de mission 18-30 Septembre 1967.
- 24 - LUCE C., 1984 - Rapport annuel du service d'amélioration du sorgho des zones Centre-Nord, campagne 1983. ISRA-CNRA, Bambey 1984, 18 p.
- 25 - SAMB S., LUCE C., 1986 - Rapport analytique des essais régionaux INSAH-ISRA-CNRA Bambey, Février 1986, 12 p.
- 26 - LUCE C., 1986 - Rapport des essais sorgho en milieu paysan ISRA-CNRA, Bambey, mars 1986, 13 p.
- 27 - LUCE C., 1987 - L'amélioration variétale du sorgho au Sénégal. Histoire et situation actuelle - IRAT-ISRA-CNRA, Bambey, 1987, 26 p.
- 28 - LUCE C., 1988 - L'amélioration variétale du sorgho au Sénégal. ISRA-CNRA Bambey, 5 p.

d - Mil

- 29 - BILQUEZ A. F., 1982 - Etat de la Recherche sur les mils et les sorghos au Sénégal, en Gambie, en Mauritanie, en Haute Volta et au Niger. FAO/PNUD.
- 30 - GATINEAU 1973 - Notes sur la première campagne de test et pré vulgarisation du type mil hâtif nain GAM 1973 (produit par le groupe Amélioration des mils, projet FED) IRAT-CNRA, Bambey, 8 p.
- 31 - GUPTA S. C., NDOYE A. T., ANDREWS D. J., - Essais variétaux sur le mil au Sénégal. Agronomie Tropicale 38-3, 229-233.
- 32 - GUPTA S. C., GUPTA R., GUEGAN R., - Caractéristiques de trois variétés de mil (Pennisetum americanum (L) Leeke) recommandées au Sénégal, 8 p.

- 33 - POCHIER G., 1982 - Tests de comportement de céréales. Campagne 1981-1982 - ISRA-CNRA, Bambey - Mai 1982, 5 p.
- 34 - NDOYE A.T., 1981 - Situation des Recherches sur le mil au Sénégal. Rapport présenté au deuxième atelier OUA/CSTR sur le sorgho et le mil au titre du PC 31. SAFGRAD Galiorone 16-20 Mars 1981. ISRA-CNRA Bambey, 4 p.
- 35 - NDOYE A.T., CISSE N., 1984 - Compte rendu de mission de la 3ème réunion des comités scientifiques nationaux du Projet régional d'amélioration des mils, sorgho, niébés et maïs - Bamako B-11 Février 1984. ISRA-CNRA, Bambey - 12 p.
- 36 - NDOYE A.T., SY O., 1986 - Comportement des nouvelles variétés de mil en milieu paysan. Document présenté à la réunion d'évaluation du programme mil. ISRA-CNRA, Bambey - 8 p. et annexes.

e - Riz

- 37 - IRAT - Bilan de sept années de recherche rizicole à la station de Djibélor (1967-1974). Djibélor, 49 p.
- 38 - ISRA - Flash sur la campagne rizicole 1979 en Casamance. 14 p.
- 39 - ISRA - Amélioration variétale du riz. Essais multilocaux hivernage 1979. SC/Djib/A.Riz - CNRA Bambey, Avril 1980, 7 p.
- 40 - ISRA/CRRD - Amélioration variétale du riz - Résultats de l'expérimentation multilocale 1981-1982. Djibélor, 7 p.
- 41 - ISRA - Typologie des rizières. Caractéristiques des variétés de riz (Oryza sativa (L) actuellement recommandées au Sénégal CNRA-Bambey Décembre 1982, 34 p.
- 42 - MAGNE C., - Six années d'expérimentation multilocale sur les variétés de riz en culture pluviale (1967-1972). ISRA-IRAT SRA. Djibélor, 18 p.
- 43 - MAGNE C., 1976 - Expérimentation multilocale. Essais variétaux riz. ISRA-CNRA, 1976, 10 p.

- 44 - MAGNE C., AUBIN J., GRACIEN F., DELAFUN G., 1972 - Les variétés de riz cultivées au Sénégal - IRAT-CNRA, 32 p.
- 45 - SENE A., DELEUSE P., BIRIE-HABAS J., 1971 - Le riz au Sénégal : Production et recherche. Situation actuelle et perspective. Agronomie Tropicale 26, 04 433-455.
- 46 - IRAT - Recherches rizicoles en Casamance. Synthèse des résultats de la campagne 1972-1973. Convention C/2 F.M. - CNRA-Bambey 1973, 32 p.

f - Maïs

- 47 - CAMARA P. A., 1982 - Synthèse des résultats des essais maïs. ISRA-CNRA Bambey 1981, 3 p.
- 48 - CAMARA P. A., 1983 - Synthèse des résultats des essais maïs. ISRA-CNRA Bambey, Mai 1982, 5 p.
- 49 - CAMARA P. A., 1983 - Synthèse des résultats des essais maïs. ISRA-CNRA Bambey, Mai 1984, 5 p.
- 50 - CAMARA P. A., - Synthèse des résultats des essais maïs campagne 1984 - ISRA-CNRA, Bambey - 3 p.

- ESSAIS AGRONOMIQUES

- 51 - ALLARD J., 1981 - Expérimentation multilocale. Résultats des essais amendement organique et travail du sol conduite à Thilmakha, Thyssé Kaymor et Maka. ISRA-CNRA, Bambey 1981, 10 p. et annexes.
- 52 - FALL M., 1980 - Essais multilocaux. Types de fumure minérale - Test de régénération des sols. ISRA-CNRA - Bambey Mars 1980, 14 p.
- 53 - ISRA - Compte rendu de la réunion annuelle des multilocaux. CNRA Bambey Avril 1976, 12 p.
- 54 - ISRA - Compte rendu de la réunion sur l'expérimentation multilocale. CNRA-Bambey Mai 1978, 11 p.
- 55 - ISRA - Rapport annuel de la réunion "expérimentation multilocale" campagne 1979-1980. CNRA-Bambey Avril 1979, 19 p.

- 56 - ISRA - Rapport annuel de la réunion "expérimentation multilocale" campagne 1980-1981. I. Améliorations Foncières. II. Systèmes de culture. CNRA-Bambey Mars 1981, 31 p.
- 57 - POCTHIER G., 1974 - Résultats de l'expérimentation multilocale et de l'application de la Recherche au Sénégal. Campagne 1973-1974 - IRAT-CNRA - Bambey 1974, 43 p.
- 58 - POCTHIER G., 1975 - Principaux résultats de l'expérimentation multilocale et de l'application de la Recherche au Sénégal. Campagne 1974-1975. ISRA-CNRA-Bambey 1975, 28 p.
- 59 - POCTHIER G., 1976 - Expérimentation : Améliorations Foncières - ISRA-CNRA-Bambey, 1976, 4 p.
- 60 - POCTHIER G., 1980 - Expérimentation multilocale. I. Champs d'améliorations Foncières. II. Systèmes de culture. ISRA-CNRA - Bambey, Avril 1980, 29 p.
- 61 - SARR P. L., POCTHIER G., 1982 - Expérimentation multilocale. Résultats des essais "amendement organique et travail du sol" conduits à Thilmakha, Thyssé Kaymor et Sinthiou Malème. ISRA-CNRA - Bambey Mars 1982, 6 p.

- ARTICULATION RECHERCHE-DEVELOPPEMENT ET TRANSFERT

- 62 - FALL M., 1977 - Synthèse des résultats de la campagne agricole 76-77 dans les villages suivis. Programme de vulgarisation et de production des céréales dans la zone de Thiès-Diourbel (cellule de liaison ISRA-SUDEVA). ISRA-CNRA Bambey - Juillet 1977, 17 p.
- 63 - FALL M., 1977 - Programme moyen terme sahel. Interprétation statistique des données économiques de la campagne 75-76 dans les terroirs de Got, Ndiamsil Sessène, Layabé - ISRA-CNRA-Bambey, mars 1977, 25 p.
- 64 - FALL M., 1979 - Analyse socio-économique de l'introduction de techniques nouvelles en milieu rural sénégalais. Document présenté aux journées d'étude sur les entraves socio-économiques au Développement agricole dans les zones tropicales semi-arides. ICRI SAT - Hydérabad, Février 1979 - ISRA-CNRA - Bambey, Janvier 1979, 13 p.

- 66 - IRAT/ISRA - Fiches techniques établies en vue de la réalisation de l'expérimentation agronomique, série 1970-1982, CNRA-Bambey.
- 66 - IRAT-Recherche agronomique et Développement agricole au Sénégal. Flash retrospectif sur 50 années de Recherche en Afrique Sahelo-soudanienne. CNRA Bambey, 1974, 8 p.
- 67 - ISRA - Programme moyen terme Sahel - Résultats des essais et actions menées en 1976 dans les terroirs-tests. Got - Layabé - Ndiamssène. CNRA - Bambey, Janvier 1977, 34 p.
- 68 - ISRA - La politique de Fertilisation du mil et de l'arachide dans le Nord, le Centre et le Centre-Sud du Sénégal - CNRA-Bambey, Avril 1980, 10 p.
- 69 - KHALFAOUI J.L., MORTREUIL J.C., SARR P.L., 1988 - Projet pour la mise en place d'un réseau d'essais multilocaux. ISRA-CNRA Bambey, 4 p.
- 70 - KHALFAOUI J.L., SARR P.L., 1988 - Proposition succincte d'une organisation Recherche-Développement visant au transfert des résultats de la Recherche au niveau du Développement. ISRA-CNRA-Bambey, Janvier 1988, 3 p.
- 71 - MORTREUIL J.C., SENE M., 1989 - Cellule génétique et amélioration des plantes. Schéma d'organisation de la filière de création et de transfert des variétés à l'ISRA. Document de synthèse de la réunion tenue au CNRA de Bambey le 16 mars 1989, 9 p.
- 72 - RAMOND C., 1971 - L'introduction des thèmes intensifs dans les exploitations traditionnelles. Conséquences économiques. IRAT-CNRA-Bambey, Janvier 1971, 16 p.
- 73 - RAMOND C., 1976 - Analyse des enquêtes effectuées en 1975 dans les terroirs de Got, Layabé, Ndiamssène. ISRA-CNRA - Bambey, Janvier 1976, 34 p.
- 74 - RAMOND C., FALL M., DIOU T.M., 1976 - Programme moyen terme sahel. Taux de pénétration des thèmes techniques et incidences sur les rendements de cultures de mil et d'arachide dans les terroirs de Got, Layabé, Ndiamssène - ISRA-CNRA - Bambey, Mai 1976, 27 p.

- 75 - SENE D., 1987 - Aperçu des technologies agricoles disponibles au Sénégal. Rapport méthodologique. Etude entreprise à la demande du ministère français de la coopération dans le cadre du Programme spécial pour la Recherche Agricole en Afrique/SPAAR. CIRAD - Paris, Octobre 1987, 192 p.
- 76 - THIAM A., 1988 - Historique de la mise en place de l'équipe système de Production Sine-Saloum - ISRA-DRSAEA, 11 p.
- 77 - TOURTE R., 1971 - Thèmes légers, Thèmes lourds, Systèmes intensifs. Voies différentes ouvertes au Développement agricole au Sénégal. Agronomie Tropicale, 1971, 26 (5), 632-671.
-

V II Annexes

Annexe 1 Evolution variétale selon les zones.

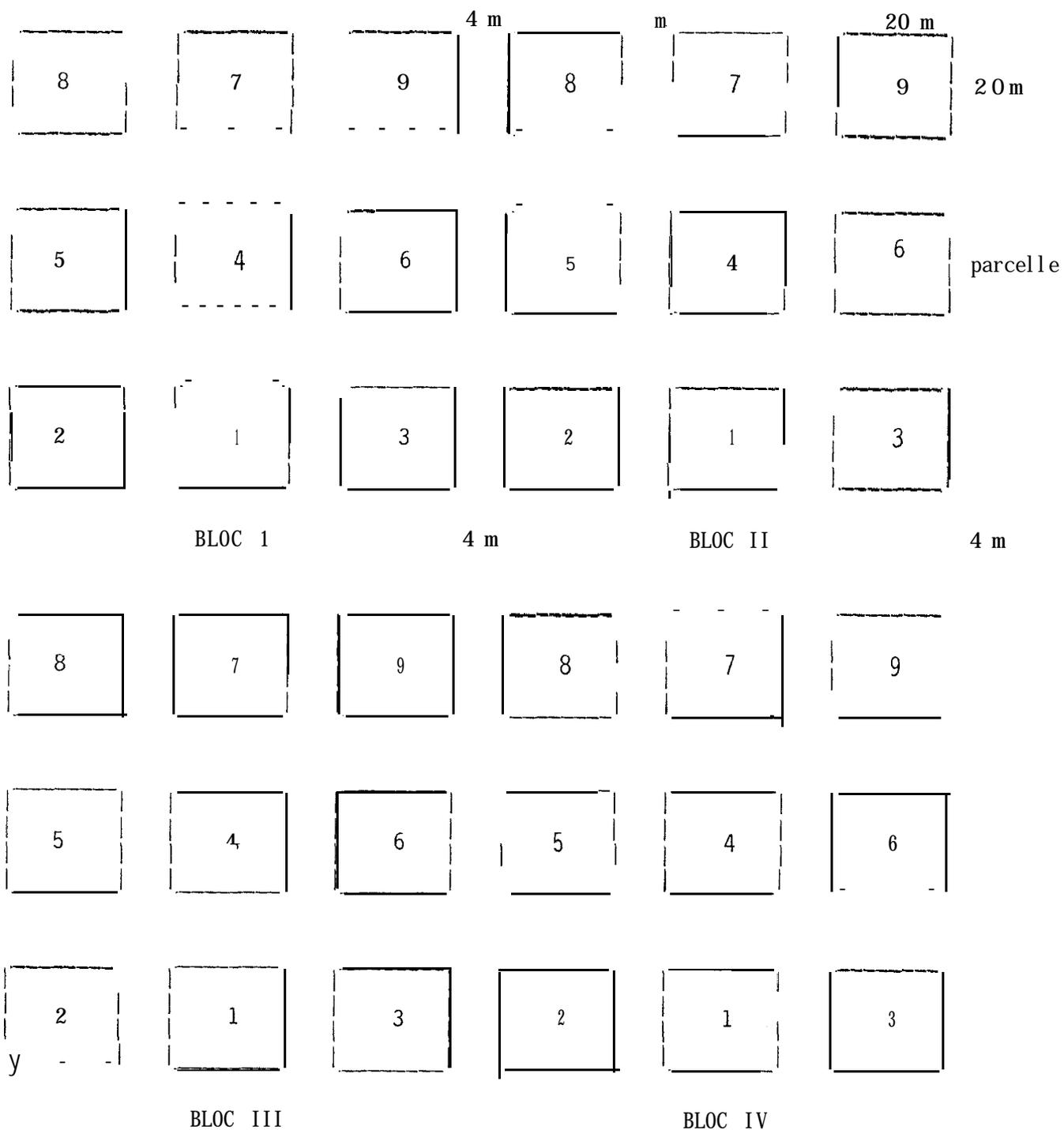
	1941	1951	1960	1970	1980	1985
Nord	(volète) E 90 24-5 R 120 35-28 R 120	28-204 E 90 24-5 R 120 47-16 R 120	28-204 E 90 47-16 R 120	55-437 E 90	55-437 E 90	55-437 E 90
Centre-Nord	31-33 R 120	31-33 R 120	31-33 R 120	47-16 R 120	73-30 E 95	73-30 E 95
Centre-Nord	29-56 R 120	29-56 R 120	29-56 R 120	57-422 E 110	57-422 E 110	73-33 E 105
Diourbel	30-86 R 120	30-86 R 120	30-86 R 120 48-115 E 120	48-115 E 120	73-33 E 105	73-33 E 105
Gossas	24-11 R 120	24-11 R 120	48-115 E 120	48-115 E 120	73-33 E 105	73-33 E 105
Kaffrine	24-48 R 120	24-48 R 120	24-48 R 120 48-115 E 120	28-206 E 120	28-206 E 120	73-33 E 105
Centre-Sud	28-206 E 120	28-206 E 120	28-206 E 120	28-206 E 120	28-206 E 120	28-206 E 120
Casamance	28-206 E 120	28-206 E 120	28-206 E 120	69-101 E 125	69-101 E 125	69-101 E 125
Sénégal - Oriental	28-206 E 120	28-206 E 120	28-206 E 120	57-313 E 125	57-313 E 125	57-313 E 125

E: érigée

R: rampante

Source : MORTREUIL et KHALFAOU 1, 1986 in "Amélioration génétique de l'arachide au Sénégal.
Evolution, Acquis et orientations de Recherches".

Annexe 2 : Dispositif expérimental "Essais AF".



Les allées inter-parcellaires ont trois mètres de large. Si, parfois, on est amené à décaler les blocs les uns par rapport aux autres, il est déconseillé totalement d'éparpiller les parcelles d'un même bloc.

Annexe 3 : Caractérisation
des protocoles expérimentaux

Tableau 1 : Essais "améliorations foncières - séries 1971-1976

Années	Traitements	Répétitions	Lieux	Successions culturales	Taille des parcelles (m)
1971	9	4	Keur Yoro Dou	A1 (GH 119-20) - M (51-69) A2 (28-206) - R (régénération)	20 x 20
1971	≡	4	Forbote	A1 (57-422) - M (Souna II) A2 (Niébé Baol) - R	"
1971	≡	4	Maka	Maïs (BDS) - M (TS 123) A (Niébé 57-3113) - R	"
1971	≡	4	Thiénaba	A1 (57-422) - M (Souna II) A2 (57-422) - R	"
1972	≡	4	St. Ma ème	Cot (BJA 592) - M (TS 123) A (57-313) - J (jachère)	"
1972	9	4	Maka	Maïs (BDS) - M (TS 123) A (57-313) - R	"
1972	≡	4	Cotiary	Cot (BJA 592) - M (sorgho 51-69) A (57-313) - R	"
1972	≡	4	Missira	Cot (BJA 592) - M (sorgho 51-69) A (57-313) - R	"

1972	3	4	Zoulet	A1 (28-206) - M sorgho SH6° A2 (28-206) - R	2° x 2°
1972	3	4	Forbotte	A1 (V39) - M (mil ou sorgho A2 (57-422) - R	"
1972	3	4	Rof	A1 (57-437) - M (sorgho Mb=diène A2 (Niébé Baol) - M (Mb=diène)	"
1972	3	4	Keur Samba	Cot (BJA) - M (51-69) A (28-206) - M (Souna II	
1973	3	4	Cotiary	Cot (BJA 592) - M (51-69 A (5A-313) - R	
1973	3	4	Keur Yoro Dou	A1 (GH 119-2°) - M (sorgho CE 90) A2 (28-206) - R (jachère)	"
1973	3	4	Sinthou	Cot (BJA 592) - M (TS 123) A (57-313) - R (jachère)	"
1973	3	4	Missira	Cot (BJA 592) - M (51-69 A (57-313) - R	
1973	3	4	Maka	Cot (BJA 592) - M (51-69 ou TS 123) A (57-313) - R (jachère)	"

1974	9	4	Keur Yoro Dou	A ₁ (arachide ou cot) - M (souna GAM) A ₂ (arachide ou niébé) M (souna GAM)	2° × 20
1976	9	4	Bou =	M ₁ (mil GAM) - A ₁ (73-33) M ₂ (sorgho CE 99) - A ₂ (28-206)	"

Tableau 2 Essais multilocaux arachide : Séries 1971-1976

Années	Nombre de traitements	Nombre de répétitions	Variétés		Lieux	Précédents	Taille des parcelles et Ecartements (m)
1971	6	10	70-102 57-422 V41 ECDP	69-102 V40 ECDP V45 ECDP	Thiénaba	arachide	3 x 12 0,50
1972	3	1°	57-313 69-102 V255	57-422 61-124 V39	Bake		3,60 x 12 0,40
1972	3	1°	V55 28-206	V9-127	Diouloulou		3,60 x 12 0,40
1972	3	1°	59-127 61-124	V39	Mbacké		3,60 x 12 0,50
1972	3	1°	59-127 61-124	V39	Touba		3 x 12 0,50
1972	3	1°	V55 20-206	59-127	Gossas		3,60 x 12 0,50
1973	6	1°	57-422 28-206 V39	V55 V327 61-124	Colobane	"	3,60 x 12 0,60 -/-...

1973	3	1°	59-127 61-124	V33	Mbacké	arachide	3 x 12
1973	3	1°	59-127 61-124	V33	Baba-garage	"	3 x 12 0,50
1973	3	1°	28-206 V827	V255	Thiadiaye	"	3,60 x 12 0,60
1973	3	1°	28-206 V827	59-127	Gossas	"	3,60 x 12 0,60
1974	3	1°	57-422 28-206	V39	Thiadiaye	"	3,60 x 12 0,60
1974	3	1°	V39 73-35	73-33	Touba	"	3 x 12 0,5
1974	3	1°	57-422 28-206	V33	Gossas	"	3,60 x 12 0,60
1974	3	1°	57-422 28-206	V33	Colobane	"	3,60 x 12 0,60
1974	3	1°	V39 73-33	59-127	Baba-garage	"	3 x 12 0,50

1974	3	1°	V39 73-33	73-35	Mbacké	arachide	3 x 12 0,50
191974	3	1°	57-422 73-33	28-206	Boule	"	3,50 x 12 0,50

Tableau 3 : Essais multiloaux variétaux riz : 1972-1974

Années	Nombre de traitements	Nombre de répétitions	Variétés	Lieu	Précédents	Taille des parcelles et écartements (m)
1972	6	8	IKP 68-83 TC2 CKC Se 357 G Se 499 D	Séfa Kersia Dioulacolon Vélingara Kédougou Kandiadiou	non défini	3,70 x 8 0,45
1972	6	8	TS123 TC2 CKC TKC Se 319 G Se 322 G	Cotiary Maka Missira St-Malème Keur Samba Sonkorong	"	3,60 x 8 0,45
1973	6	8	TS123 TC2 CKC Se 302 G Se 319 G Dourado précoce	Maka Sonkorong Keur Samba St. Malème		2,70 x 8 0,45
1974	8	8	IKP Se 249D Se 288D Se 302G Se 314G Se319G Séfa Se363G 13a ² x IGC/334 Ndiéba	Vélingara Séfa		2,70 x 8 0,45
1974	8	8	TS123 Bala CKC Pratao Précoce	Sonkorong	"	2,70 x 8 0,45

Se 249 D

Se 302 G

Se 314 G

Se 319 G

1974

8

8

"

Missira

Maka

St. Malème

Nioro du Rip

2,7° x 8

0,45

ANNEXE 4 :

Annexe 4a : Exemple d'un schéma d'organisation de la Filière Recherche-Développement.

S T R U C T U R E	A C T I V I T E S	I N T E R V E N T I O N		E N V I R O N N E M E N T	
		PRO	DEVELOPPEUR	CONTROLE	NON CONTROLE
STATIONS PRINCIPALES	1) CHOIX DES OBJECTIFS. 2) MISE AU POINT DES PRODUITS (VARIETES , TECHNIQUES CULTURALES ..				
STATIONS SECONDAIRES	1) ETUDE DE L'ADAPTATION DES PRODUITS AUX VARIATIONS PEDO • CLIMATIQUES DANS UN ITK 2) CHOIX DES PRODUITS POTENTIELLEMENT TRANSFERABLES				
MULTILOCAL MILIEU REEL	1) ETUDE DE L'ADAPTATION DES PRODUITS AUX CONDITIONS AGROPEDOCLIMATIQUES (SOLS , ITK , SDP) . 2) CHOIX DES PRODUITS A TRANSFERER.				
EXPLOITATIONS REPRESENTATIVES	1) MISE AU POINT DES ITINERAIRES TECHNIQUES PAR SYSTEMES DL CULTURE				
DEVELOPPEMENT	1) DEMONSTRATION 2) TRANSFERT				

Source : MORTREUIL et SENE, 1989.