

# NIANGA, LABORATOIRE DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE EN MOYENNE VALLÉE DU SÉNÉGAL

Éditeurs scientifiques

**P. BOIVIN, I. DIA, A. LERICOLLAIS,  
J.-C. POUSSIN, C. SANTOIR et S.M. SECK**



Ateliers ORSTOM - ISRA  
à Saint-Louis (Sénégal),  
du 19 au 21 octobre 1993

Nianga,

Laboratoire de l'agriculture irriguée  
en moyenne vallée du Sénégal

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les "copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective" et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustrations, "toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite" (alinéa 1<sup>er</sup> de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.



Atelier ORSTOM - ISRA  
du 19 au 21 Octobre 1993, Saint-Louis, Sénégal

**NIANGA,  
LABORATOIRE DE L'AGRICULTURE IRRIGUEE  
EN MOYENNE VALLEE DU SENEGAL**

□ □ □

Éditeurs scientifiques :

P. Boivin, I. Dia, A. Lericollais, J.C. Poussin, C. Santoir et S.M. Seck

---

Éditions de l'ORSTOM

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION

Collection COLLOQUES et SÉMINAIRES

Paris, 1995



# Sommaire

□ □ □

Avant Propos	
<i>Les éditeurs</i> .....	p 1
Préface	
<i>J. Faye</i> .....	p 3
Introduction : Histoires de périmètres	
<i>A. Lericollais et A. Sarr</i> .....	p 5
Cartes de situation .....	p 37

## MILIEUX ET AMENAGEMENTS

Introduction	
<i>A. Bâ et P. Boivin</i> .....	p 45
Hydrologie d'une cuvette du lit majeur du Sénégal : exemple de la cuvette de Nianga	
<i>L. Séguis</i> .....	p 49
Les sols argileux de la région de Nianga-Podor : répartition, caractéristiques, aptitudes et risques de dégradation sous irrigation	
<i>P. Boivin, D. Brunet, C. Gascuel, P. Zante et J.P. Ndiaye</i> .....	p 67
Etats de surface des sols non cultivés dans la cuvette de Nianga : description, radiométrie de terrain et imagerie Spot	
<i>L. Mane, P. Boivin et L. Séguis</i> .....	p 83
L'intégration de l'arbre dans les périmètres hydro-agricoles de la vallée du fleuve Sénégal	
<i>A. Tamba</i> .....	p 107
Risques sanitaires et aménagements hydro-agricoles : un couple inséparable ? L'exemple du périmètre de Diomandou.	
<i>P. Handschumacher, G. Hébrard, O. Faye, J.-M. Duplantier, O. T. Diaw et J.P. Hervé</i> .....	p 117

## MAITRISE ET CHOIX TECHNIQUES

Introduction <i>J. C. Poussin et P. Milleville</i> . . . . .	p 135
Evolution des recherches agronomiques dans la vallée du fleuve Sénégal <i>J.Y. Jamin</i> . . . . .	p 139
Gestion technique de la riziculture irriguée <i>J. C. Poussin</i> . . . . .	p 153
Les systèmes de culture maraichers dans la vallée du fleuve Sénégal Pratiques paysannes - Évolution <i>J. Pagès</i> . . . . .	p 171
L'enherbement des rizières irriguées de la moyenne vallée du fleuve Sénégal : situation actuelle et perspectives de recherche <i>M. Diagne</i> . . . . .	p 189
RIDEV : un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et des calendriers <i>M. Dingkuhn, P. Y. Le Gal, J. C. Poussin</i> . . . . .	p 205
Fonctions de production, isoquantes et doses optimales d'azote, de phosphore et de potassium pour quelques cultures dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal <i>J. P. Ndiaye et B. Barry</i> . . . . .	p 223
Les recherches en entomologie sur le fleuve Sénégal : bilan et perspectives dans le contexte des cultures irriguées au Sahel <i>R. Goebel</i> . . . . .	p 243
La motorisation de la riziculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal <i>S. Kanté</i> . . . . .	p 265
La diversification des cultures <i>J. P. Gay et C. Dancette</i> . . . . .	p 281

## DES ECONOMIES RECENTREES SUR LA CULTURE IRRIGUEE

Irrigation et activité extra-agricoles : les mutations de l'économie familiale <i>P. Lavigne-Delville</i> . . . . .	p 303
--	-------

La diversification des systèmes de culture à Ndiawara <i>A. Soumaré</i> .....	p 319
La dynamique sociale des GIE, village de Donaye (département de Podor, communauté rurale de Guédé) <i>C. Tarrière-Diop</i> .....	p 339
Des pasteurs sur les périmètres <i>C. Sautoir</i> .....	p 375
Irrigation et économie domestique dans la moyenne vallée du Sénégal : premiers enseignements de l'enquête <i>C. Z. Guilmoto et P. D. Diouf</i> .....	p 407
Alimentation et nutrition dans la région du fleuve : étude de cas d'un "périmètre moyen" (Périmètre MO 6 bis) <i>E. Bénéfice, K. B. Simondon et M. S. Ndiaye Sy</i> .....	p 429

## L'ENVIRONNEMENT INSTITUTIONNEL

Introduction <i>S. M. Seck et I. Dia</i> .....	p 445
Effet des politiques macro-économiques sur le niveau de protection de la filière du riz local irrigué <i>M. Sidibé</i> .....	p 449
Le financement de la riziculture irriguée au Sénégal : l'exemple de la région du fleuve <i>J.B. Wackermann</i> .....	p 457
Union des Jeunes Agriculteurs de Koyli Wirnde (UJAK) <i>N. Sall</i> .....	p 487
Performances des organisations paysannes et désengagement de l'Etat <i>I. Dia</i> .....	p 497
Présentation de la banque de données de la SAED pour le suivi des aménagements hydroagricoles et des organisations paysannes <i>M. Faye, M. B. Fofana et J. F. Bélières</i> .....	p 513
Stratégie de formation et de vulgarisation à la SAED <i>S. Camara</i> .....	p 535

Conclusion	
<i>Les éditeurs</i> . . . . .	p 547
Glossaire . . . . .	p 553
Liste des sigles et abréviations employés . . . . .	p 561

□ □ □

## Avant Propos

Au centre ISRA de Saint Louis s'est tenu, du 19 au 21 Octobre 1993, l'atelier "Nianga, Laboratoire de la culture irriguée". Organisé par les animateurs du programme conjoint ORSTOM-ISRA "Développement de l'agriculture irriguée et systèmes de production dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal", il réunissait les chercheurs des deux institutions et des acteurs du développement impliqués dans cette région, soit au total une cinquantaine de participants. Cet atelier représente une étape importante pour des recherches axées sur la performance de l'agriculture irriguée dans la vallée alluviale, son devenir et ses perspectives à l'échelle régionale, dans le contexte de l'après-barrage dans un milieu sahélien marqué par la sécheresse.

La mise en service des barrages de Diama (1986) et Manantali (1990) offre aux pays riverains (Sénégal, Mali et Mauritanie) des perspectives de développement d'une agriculture irriguée, jusqu'à 350.000 hectares au total, dont 240.000 pour la seule rive sénégalaise. Cette maîtrise nouvelle de l'eau s'accompagne évidemment de bouleversements à tous les niveaux. L'écologie de la vallée est modifiée par le contrôle des crues et la régulation des débits. La réduction progressive des cultures de décrue, et l'extension des aménagements impliquent le recentrage des activités et des économies familiales sur les cultures irriguées.

Le département de Podor, le plus sahélien du Sénégal, a été gravement touché par les sécheresses successives. La culture irriguée a souvent été le seul recours. Ce sont les villages situés autour de Nianga - notre zone de référence - qui sont les plus fortement et les plus anciennement impliqués. Ces paysans de la moyenne vallée ont découvert la culture irriguée au début des années 1970. Ils s'y sont initiés au sein des groupements de producteurs encadrés par la SAED, mais ils se sont peu à peu affranchis de la tutelle de la société de développement régional dont les missions étaient à l'origine d'aménager les terres, de former les exploitants, de transformer et commercialiser la production. Pendant ces vingt dernières années les paysans de cette zone ont véritablement été en situation de recherche-développement. L'engagement des paysans dans l'agriculture irriguée y est incontestable et s'accroît. L'exploitation des périmètres irrigués fournit dorénavant les bases des économies familiales et engendre de vigoureuses dynamiques sociales. Mais le fonctionnement de l'agriculture irriguée se heurte à des problèmes de tous ordres et présente des incertitudes graves à plus ou moins longue échéance.

Récemment, le désengagement de l'Etat et les changements institutionnels ont laissé le champ libre à de nouvelles pratiques notamment pour l'accès à la terre et au crédit. De nouveaux pouvoirs ont émergé, sources de nouvelles stratégies paysannes. Les modèles d'aménagement et d'exploitation ont évolué, se sont diversifiés. Le développement et la privatisation des filières riz, tomate, oignon, puis les effets de la dévaluation du franc CFA, obligent à poser crûment les questions des coûts et des performances, de la productivité et de la rentabilité des systèmes irrigués.

L'atelier "Nianga" a provoqué, et réussi, une très large confrontation des analyses et des points de vue qui s'intéressent à l'expérience et au devenir de la culture irriguée dans cette partie de la vallée du Sénégal. Le dialogue s'est véritablement ouvert aux différents acteurs du développement. Les communications ont été discutées autour de quatre thèmes "Milieu et aménagements", "Maîtrise et choix techniques", "Des économies familiales recentrées sur la culture irriguée", "L'environnement institutionnel". Pour la mise en forme de l'ouvrage, les animateurs de chaque groupe ont eu à cadrer les débats dans le contexte des idées plus générales, en rappelant "l'état de la question", puis à situer l'apport de chacune des communications, tout en laissant à chaque intervenant sa liberté de ton, et la responsabilité des points de vue qui furent parfois vivement discutés.

Chacun de ces quatre thèmes correspond dans cet ouvrage, à un chapitre, dont la préparation a été assurée respectivement par : Alioune Bâ<sup>1</sup> et Pascal Boivin<sup>2</sup>, Jean-Christophe Poussin<sup>3</sup> et Pierre Milleville<sup>4</sup>, Christian Santoir<sup>5</sup>, Philippe Lavigne-Delville<sup>6</sup> et Christophe Guilmoto<sup>7</sup>, Sidy Mohamed Seck<sup>8</sup> et Ibrahima Dia<sup>9</sup>. La réalisation de l'ouvrage a été assurée par Joëlle Vincent.

□ □ □

Les éditeurs scientifiques

- 
- 1 Professeur de géographie à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar
  - 2 Pédologue, Orstom, BP 1386, Dakar
  - 3 Agronome, Orstom, Dakar
  - 4 Agronome, Orstom, Montpellier
  - 5 Géographe, Orstom, Dakar
  - 6 Agronome, GRET, Paris
  - 7 Démographe, Orstom, Paris
  - 8 Géographe, consultant
  - 9 Sociologue, ISRA, Saint-Louis

## Préface

Une littérature importante et variée existe sur la vallée du fleuve Sénégal et sur son développement rural. Mais il serait dommage que les Actes de l'atelier sur "Nianga, laboratoire de la culture irriguée dans la moyenne vallée du Sénégal" soient considérés comme une publication de plus. L'intérêt de ces Actes, ce qui devrait inciter à une lecture attentive, est que sur une même petite région agricole, presque tous les problèmes de développement rural et de gestion des ressources naturelles rencontrés dans la vallée sont abordés par des spécialistes de disciplines très variées, avec des entrées et des pas de temps différents.

Les débats de l'atelier qui sont résumés ici ont aussi permis une confrontation pluridisciplinaire et de grande qualité entre spécialistes du développement appartenant au secteur public et au secteur associatif, représentant les organisations professionnelles, chercheurs et universitaires. Seuls les représentants des bailleurs de fonds manquent à l'appel. Ces actes constituent donc un ensemble riche d'analyses, de synthèses, de propositions et de questionnements qui devraient inciter les décideurs à agir.

En effet, si nous prenons un recul de douze ans, donc en 1982, les travaux de recherche, les études et les réflexions sur le développement de la vallée avaient sérieusement besoin d'être redynamisés.

En 1982, les urgences paraissaient évidentes : relancer la recherche en augmentant ses moyens humains et financiers et réorganiser son dispositif de terrain ; donner la priorité au développement de la double culture du riz et à la diversification agricole et de l'élevage ; mettre en oeuvre une démarche de recherche-développement plaçant les acteurs paysans au centre de celle-ci et associant étroitement la SAED et l'ISRA ainsi que leurs partenaires. Il faut souligner ici les contributions importantes qu'ont apporté et que continuent d'apporter l'ORSTOM, le CIRAD, l'ADRAO.

En 1984, la Nouvelle Politique Agricole, qui devait se traduire par un désengagement "sans préavis" de la SAED et de l'Etat sous la contrainte des bailleurs de fonds, introduisait dans cet agenda la question des rôles des groupements de producteurs, des organisations professionnelles, des privés et des communautés rurales dans le processus de création-diffusion d'innovations techniques et organisationnelles nécessaires au développement de la vallée.

Avec le recul, nous étant occupé de programmation de la recherche agricole dans cette région en 1982 et 1986, la lecture des comptes-rendus des débats et des communications de l'atelier sur la culture irriguée dans la moyenne vallée donne de l'espoir.

Indéniablement les études et les recherches concernant la moyenne vallée (et le Delta) se sont développées. Les préoccupations des acteurs économiques in-

dividuels et collectifs, leurs stratégies, leurs pratiques, leurs objectifs et leurs décisions y occupent une place centrale. La preuve est faite, si c'était nécessaire, de leur capacité à entreprendre pour peu qu'ils en aient les moyens. Les contraintes et les conditions d'une double culture du riz et les possibilités de diversifications sont bien explorées. Les groupements et associations se sont multipliés pour prendre en charge les fonctions transférées par la SAED.

L'espoir suscité par cet atelier sur Nianga est cependant limité et doit surtout inciter à redoubler d'efforts.

La vallée du Sénégal continue d'être une des régions agricoles d'Afrique de l'Ouest où les populations ont eu et ont toujours à faire face aux changements les plus brutaux : introduction de l'irrigation, régression des cultures et des pâturages de décrue, sécheresses, encadrement dirigiste puis désengagement, nouvelles politiques d'immigration dans les pays d'accueil, conflit frontalier, dévaluation du Franc CFA.

Face à ces changements, les perspectives ne sont pas claires et aux anciennes questions s'ajoutent de nouvelles :

- les anciennes concernent la rentabilité de la riziculture, le devenir des cultures de décrue, les possibilités de diversification, la priorité à accorder au développement des périmètres irrigués par rapport aux cultures pluviales dans les autres régions.
- les questions nouvelles ou qui se posent avec plus d'acuité concernent : la gestion et la préservation des ressources naturelles, salinisation et dégradation des sols, des pâturages, du couvert arbustif ; les nouveaux arrangements institutionnels (et leur financement) entre l'Etat et ses services, les collectivités locales, les organismes professionnels, les producteurs familiaux et privés.

Pour conclure rapidement, disons qu'il faudrait : accroître les ressources humaines et financières consacrées aux études et recherches pour qu'elles correspondent aux enjeux ; combler les lacunes graves en ce qui concerne les travaux d'économie, en particulier d'économie familiale et de la production, l'économie des ressources, les analyses de politique agricole et les études sur les effets de la dévaluation, les études et les travaux opérationnels concernant la dégradation des ressources naturelles, leur gestion durable, accentuer la participation des acteurs économiques. Enfin des débats sur le modèle de l'atelier de Nianga entre tous les acteurs du développement de la vallée y compris les bailleurs de fonds, organisés tous les trois ou quatre ans, seraient d'une grande utilité.

□ □ □

J. Faye

Directeur scientifique du CIRAD-SAR, Montpellier



# Introduction :

## Histoires de périmètres

□ □ □

A. Lericollais\* et A. Sarr\*\*

\* Géographe, ORSTOM-Dakar

\*\* Agronome, Chef du secteur Ngalanka, SAED/Nianga

Au moment de l'aménagement du périmètre de Nianga, en 1974-75, deux perceptions de la culture irriguée s'opposent encore nettement.

Pour les techniciens, les performances de la culture irriguée sont sans commune mesure avec celles des systèmes de production traditionnels. L'hypothèse évidente, c'est qu'après une période d'initiation, les exploitants opteront pour les nouveaux systèmes de culture, non seulement en abandonnant les activités anciennes mais en se fixant dans leurs villages au lieu de migrer. La culture irriguée, grâce aux rendements escomptés (plus de dix fois supérieurs à ceux des cultures de décrue ou de *jeeri*), devait à la fois couvrir les besoins vivriers et fournir les revenus monétaires que l'on allait chercher habituellement à l'extérieur. Tout était question de formation, d'organisation et de gestion, autrement dit de mise au travail de la population riveraine.

Du côté des paysans, il y avait beaucoup d'appréhensions et des réticences variables en fonction du statut social et de la situation des intéressés, fondées sur leur perception des opérations de mise en valeur qui ont déjà eu lieu dans la vallée. La mise en oeuvre de tels projets ne s'est-elle pas accompagnée d'une véritable dépossession pour les tenants de la terre, de la mise sous tutelle de la force de travail, pour des résultats économiques très incertains ?

### NIANGA AVANT L'AMÉNAGEMENT

Au début des années 1970, les terres de *waalo* situées au sud du Doué, entre la boucle de Mbantou et la dune de Ndiayène, sont parmi les plus boisées de la moyenne vallée, comme l'attestent les photographies aériennes. L'espace apparaît compartimenté par le réseau de marigots - *caali* - bordés par les levées alluviales - *poode* -. Il n'y a pas, dans cette partie du *waalo*, de vastes plaines basses entièrement déboisées et exploitées à la décrue comme celles qui s'étendent à l'ouest de Podor ou au nord de Tille-Boubakar.

## L'emprise des cultures de décrue

Dans cette partie de la moyenne vallée, les champs du *waalo* constituent l'ancrage véritable de la population quelles que soient l'amplitude et la durée des déplacements saisonniers. Même pour les migrants, l'attachement au terroir de *waalo* est souvent sous-jacent aux liens maintenus et actualisés avec leur lignage et leur village.

Les surfaces exploitées à la décrue ont été évaluées pour l'année 1971, une des dernières années où le niveau atteint par la crue fut correct, avant les sécheresses et l'aménagement (Juton *et al.* 1979). Pour la même année, la population qui exploitait le terroir de décrue a été dénombrée (Lericollais, Diallo, 1981). Les surfaces des terres de *waalo* et celles qui ont été exploitées à la décrue, ainsi que les effectifs de la population exploitante cette année là, ont été cumulés pour la boucle du Doué où prend place le périmètre de Nianga, et pour les deux arrondissements dans lesquels il s'insère.

	terres de waalo (ha)	cult. décrue (ha)	décrue/waalo (%)	population exploitante	décrue par expl. (ha)
Zone de Nianga	20900	1670	7,99	6150	0,27
Arrond. Gamadji et Tille-Boubakar	140850	18187	12,99	34761	0,52

**Tableau 1 : cultures de décrue et population exploitante**

Population exploitante	Total	maure	peul	<i>soninké</i>	<i>haalpulaar</i>	<i>wolof</i>	autre
Zone de Nianga	6150	147	3843	0	1160	982	18
% du total	100	2.39	62.49	0.00	18.86	15.97	0.29
Arrond. Gamadji et Tille- Boubakar	34761	1442	10589	237	19372	2910	211
% du total	100	4.16	30.44	0.68	55.74	8.37	0.61
% Nianga /2 arrond.	17.69	10.19	36.29	0.00	5.99	33.74	8.53

**Tableau 2 : population exploitante par groupe statutaire**

Par rapport à l'ensemble des terres de *waalo* situées dans les arrondissements de Gamadji et de Tille-Boubakar, celles du secteur de Nianga portent une proportion nettement plus faible de cultures de décrue. La surface cultivée par exploitant y est aussi plus faible, moitié moindre.

Le fait que les paysans *haalpulaaren* soient nettement sous-représentés, tandis que les agro-pasteurs peul apparaissent en surnombre, montre bien la situation particulière de la zone par rapport à l'emprise ancienne des cultures de décrue et au poids relatif des diverses composantes de la population. Toutefois, l'importance relative des parcours pastoraux et des espaces boisés n'implique pas une gestion foncière et une emprise territoriale moins strictes qu'ailleurs.

### Les systèmes agro-halio-pastoraux

La culture de décrue n'est que très rarement l'activité unique sur laquelle se fonde l'économie des ménages - *fooyre* -. Dans cette partie de la vallée les cultures de décrue sont, avec l'élevage, les composantes principales des systèmes agro-pastoraux. Les ressources fourragères préservées et l'eau partout très accessible favorisent l'afflux de troupeaux importants en saison sèche.

Le Doué et les marigots de Namardé, de Diossorol, de Mayal, de Ngalanka sont des lieux de pêche réputés. Les pêcheurs s'y concentrent au moment de la crue, mais l'activité de pêche y dure tout au long de l'année.

À la saison des pluies, avant que la crue ne s'insinue dans les chenaux et ne s'étale sur les terres basses, presque toute la population a déserté le *waalo*. Elle s'établit en bordure de la vallée alluviale (*jeejengol*) ou dans les dunes de *jeeri* pour cultiver et faire pâturer le bétail.

Dans les années 1970, les systèmes agro-halio-pastoraux anciens, qui associent principalement les cultures de *waalo* et l'élevage, mais aussi les cultures de *jeeri* et la pêche, apparaissent totalement préservés sinon figés.

Le dynamisme de la population active s'exprime par l'émigration. Depuis plusieurs décennies les jeunes partent pour des migrations saisonnières mais finissent très souvent par se fixer en ville. Les originaires des villages regroupés en associations urbaines sont parfois plus nombreux que les parents restés au village. Dans tous les cas, les relations maintenues à distance traduisent la permanence de l'identité et l'attachement à la région d'origine. Ces relations ont un contenu économique primordial.

### Objectifs, antécédents et perspectives de l'aménagement

La culture irriguée se donne alors pour objectifs d'assurer l'équilibre vivrier, de couvrir les charges et de donner des revenus monétaires par la commercialisation d'une fraction importante de la production. L'effet attendu est l'emploi sur place de la population active et l'amorce d'un développement endogène à la région.

L'aménagement de la cuvette de Nianga va introduire une rupture dans les modes d'exploitation du milieu et changer les fondements des économies familiales, mais pour la population concernée ce type d'innovation n'est pas

sans précédent. L'expérience d'un demi-siècle de culture irriguée de Guédé-Chantier est bien connue des villageois de la zone de Nianga, et elle n'a rien eu de convaincant, au moins jusqu'à ce que l'encadrement chinois prenne les choses en main en 1969. De la première période, les années 1940, il reste le souvenir d'un système de production extrêmement contraignant avec recrutement quasiment forcé d'une main-d'oeuvre peu motivée et absentéiste. L'expérience s'est poursuivie à grands frais avec l'appui de la puissance publique. Toutes les difficultés s'y sont succédées : rupture dans l'alimentation en eau, intrants fournis en retard, tracteurs en panne, paysans absents, dégâts d'oiseaux, de rats ou de criquets, déboires au moment de la commercialisation, détérioration du casier... La période positive est finalement le temps des Chinois, celui d'un encadrement rapproché qui transmet un savoir-faire incontestable. Mais il faudra attendre la prise en charge du casier par la SAED en 1979 pour que le souci de rentabilité soit réellement pris en compte. Jus- qu'alors, le casier sera le lieu d'une agriculture expérimentale (Schirmer, 1992).

Autre référence, les périmètres mis en place par l'OAV après l'Indépendance, avec la technique de la submersion contrôlée, et l'appel à l'investissement humain - ici le périmètre sommairement aménagé sur le Ngalanka près de Nianga-Diéri. Ils ont vite été abandonnés (Seck 1981), et, quelques années après, ils sont tous, visiblement, envahis par les arbres.

Par les familles installées dans les villages de colons du delta ou à Richard-Toll, les gens savent toutes les vicissitudes qu'a connues et que connaît à cette date la culture irriguée dans le bas-Sénégal.

Les habitants de la zone de Nianga perçoivent les enjeux et les risques, avec quelques raisons de douter des perspectives affichées par les promoteurs du projet.

A priori dans la moyenne-vallée, il y a une réticence particulière sur la question foncière. Le contrôle foncier qui s'exerce traditionnellement sur les terres de la vallée alluviale est particulièrement strict, et s'accompagne de prérogatives préservées et héritées qui impliquent, pour l'accès à la terre, le versement de redevances, ou suppose des rapports de dépendance ou de clientèle. Le mode de gestion le plus strict s'applique aux terres exploitées à la décrue, le long des berges des cours d'eau et dans les cuvettes de la vallée alluviale. L'aménagement va toucher en premier lieu les levées alluviales, d'où un déplacement des enjeux fonciers; mais surtout c'est la SAED qui procède à l'affectation des parcelles aménagées. Le mode de gestion des terres irriguées ne va-t-il pas progressivement déposséder les familles terriennes en se fondant sur la nouvelle loi foncière dite "du Domaine national", sans tenir compte des droits anciens ?

Il y a des risques financiers à prendre : investir pour aménager et s'équiper, puis acheter les intrants, le plus souvent à crédit. Tout incident en cours de

campagne agricole qui se traduit par une chute de rendement porte atteinte aux ressources de l'unité de production. En outre, il aura pour conséquence l'endettement, qui pourra conduire à la confiscation de la parcelle ou des équipements.

Il faut cultiver autrement et travailler davantage. Personne alors ne pense abandonner les activités habituelles, sauf les villages dont le terroir traditionnel va être totalement endigué et aménagé. Avec le travail à fournir et sa pénibilité, les directives de l'encadrement à respecter tant pour l'accès à la parcelle que pour son exploitation et la vente de la récolte, c'est une mise sous tutelle de la population active. Autrement dit, il s'agit d'un travail de dépendant, pour ne pas dire de "captif", peu attractif pour de grands éleveurs ou simplement les gens de statut "noble".

Mais le démarrage du casier de Nianga a lieu juste après la grande sécheresse de 1973. Du fait de la quasi-absence de crue et de pluies cette année là, toutes les activités traditionnelles sont au plus bas, y compris l'élevage durement éprouvé et la pêche confrontée à un total dépeuplement du fleuve. Guédé-Chantier avec ses champs de riz, est alors un îlot préservé où même les Peul ont cherché refuge.

Au cours des deux décennies qui ont suivi, la fréquence des sécheresses et des crues déficitaires a fortement incité les villageois et les éleveurs à opter pour la culture irriguée. Dans ces conditions, la culture irriguée est devenue dans cette zone, la seule activité agricole régulièrement possible, ce qui ne suffisait pas à en garantir le succès.

## LES CONCEPTIONS ET L'EXTENSION DES AMÉNAGEMENTS

Au cours des deux dernières décennies, la population de la zone de Podor a été confrontée à la diversité des modèles d'aménagement, plus ou moins imposés. La création du périmètre de Nianga en 1974 est suivie des réorganisations successives du système d'exploitation. Puis, les Périmètres Irrigués Villageois (PIV) ont été créés en rapport avec les sécheresses, pour faire face à la pénurie alimentaire. Dans ce secteur de la vallée les premiers PIV sont aménagés en 1978 et encadrés par la SAED, d'autres sont créés sur l'initiative de l'Office Africain pour le Développement et la Coopération (OFADEC) après 1981, ou repris par le projet FED-SAED après 1987. Après 1986, des périmètres plus importants sont encadrés par la Coopération italienne. Ils s'apparentent à ce que l'on appelle des Périmètres Intermédiaires. Depuis 1988, la plupart des nouveaux périmètres sont dus à l'initiative privée. La diversité est effective à tous les niveaux, qu'il s'agisse de modalités d'accès à la terre, d'équipements, d'intrants, de financements, de maintenance du périmètre, de choix culturels et techniques, de la transformation du produit et de sa commercialisation.

## Le périmètre de Nianga

Situé à une dizaine de kilomètres au sud de Podor, le périmètre autonome de Nianga recouvre le nord-est de la Communauté rurale de Ndiayène-Pendao (Arrondissement de Tille-Boubakar) et le nord-ouest de celle de Guédé (Arrondissement de Gamadji). Au sud, il a pour limite les dunes du *jeeri*, et dans le *waalo*, il est fermé par une digue de protection, renforcée et bitumée dans la partie Est (empruntée par la route de Podor). L'altitude moyenne du périmètre est de 5 m. L'eau provient du Doué, défluent du fleuve Sénégal. La digue et la station de pompage ont été construites en 1974. La surface endiguée est d'environ 11.000 ha.

La partie mise en valeur (1993), sur ces 11.000 ha endigués, couvre une superficie brute de 1.200 ha répartie en trois casiers. L'aménagement, de type "tertiaire" avec maîtrise complète de l'eau, a été réalisé en plusieurs étapes.

Créé en 1975 sur financement FED, le casier-pilote d'une superficie brute de 650 ha comporte un réseau complet d'irrigation et de drainage avec des ouvrages de régulation. Les parcelles regroupées en mailles hydrauliques, sont alimentées par des modules à masques directement branchés sur le réseau d'irrigation. Ces mailles hydrauliques constituent des unités autonomes d'irrigation qui sont exclusivement gérées par les groupements producteurs.

Le casier C (Nord), réalisé en 1984 sur financement KFW, couvre une superficie brute de 350 ha. L'aménagement tertiaire est plus simple que celui du casier pilote. Son réseau d'irrigation se compose d'un canal principal et de six canaux secondaires sur lesquels sont directement branchés les modules à masques alimentant les irrigateurs. Il n'y a ni canaux tertiaires, ni d'ouvrage de régulation de niveau ou de débit, ni de déversoir de sécurité. En revanche, le réseau de drainage compte la gamme complète de canaux. La disposition des parcelles en mailles hydrauliques est la même que dans le casier-pilote.

L'extension de ce dernier casier-pilote a été réalisée en 1989, toujours sur financement KFW. Elle couvre une superficie brute de 200 ha. Ici, les modules à masques sont directement alimentés par le canal principal d'irrigation. De même, les drains quaternaires se jettent dans le marigot du Mayal, principal collecteur des eaux de drainage et d'assainissement du casier. Cependant, il compte deux vannes "Avio" en tête des deux zones, et deux déversoirs de sécurité.

La station de pompage s'est agrandie. Le bâtiment créé en 1974 renferme les trois chambres de pompage. Un autre, implanté à côté en 1984, comporte quatre chambres de pompage. Les groupes interconnectés fonctionnent selon la demande en eau. Les pompes aspirent à une cote de 0,80 m pour un refoulement à 6,30 m.

Les sols sont répertoriés en trois catégories - *foonde*, *faux-hollalde* et *hollalde* suivant les teneurs en argile : moins de 20% pour les *poode*, 20 à

50% pour les faux-*hollalde*, plus de 50% pour les *hollalde*. Les faux-*hollalde* donnent le rapport moyen de 35/55/10 en argile, limons, sable, tandis que pour les *hollalde* il est de 65/31/4.

	Casier Nord	Casier Pilote	Extension
<i>Foonde</i>	16	22	00
Faux- <i>hollalde</i>	74	33	33
<i>Hollalde</i>	10	45	67

**Tableau 3 : répartition des trois types de sols selon le casier  
(pourcentage de la surface)**

En principe, trois campagnes agricoles se succèdent au cours de l'année : céréales en hivernage, maraîchage en contre-saison fraîche et riz en contre saison chaude. La diversification des cultures doit s'accorder avec la différenciation pédologique avec les contraintes climatiques.

Au moment du démarrage de Nianga, la SAED dispose de toutes les prérogatives. Elle intervient au niveau des études, aménage et entretient les casiers, encadre et forme les paysans, leur fournit l'eau, les intrants, des prestations mécaniques et récupère les charges au moment de la commercialisation. Elle doit aussi encadrer et former les paysans. Autrement dit, l'exploitant est sous sa tutelle.

Au cours de la phase initiale de 1974 à 1984, les principaux problèmes surgissent : les questions des cultures à promouvoir, de la maîtrise et de l'intensification du système productif, de la transformation et de la commercialisation de la production, de la maintenance du périmètre, sont restées en suspens. Sous-jacents à toutes ces questions, se greffent le problème institutionnel des fonctions de la SAED, celui des relations de l'encadrement avec les organisations paysannes, et de la viabilité de la culture irriguée conduite à cette échelle. Chemin faisant, le casier-pilote sera restructuré et réhabilité, l'organisation des exploitants et la gestion, modifiées et redéfinies.

Après l'aménagement du périmètre en 1975, les superficies sont attribuées proportionnellement à la population des villages qui exploitent le périmètre. L'exploitation est collective. En 1977, 36 Groupements de Producteurs (GP) sont créés. Chacun est constitué de 10 à 20 paysans, soit au total 720 exploitants sur l'ensemble du périmètre. Ces groupements sont constitués par des paysans du même village en se fondant sur le critère d'affinité sociale, qui implique bonne entente et compréhension. Chaque groupement exploite et gère une superficie de 10 à 20 ha. A partir de 1979, avec la création des coopératives, l'exploitation devient individuelle : chaque paysan dispose d'une parcelle

d'environ 0,70 ha qu'il exploite sous la supervision de la coopérative dont il dépend.

Pendant ces années, l'exploitation est effectuée sous le contrôle direct de la SAED par l'intermédiaire des agents d'encadrement. Ces encadreurs ont pour charge d'initier les paysans aux techniques de culture (calendrier cultural, semences, engrais, irrigation, entretien de la culture, récolte). Les paysans doivent exécuter les opérations culturales prévues. La SAED fournit les intrants (semences, engrais, herbicides, insecticides, etc...) et le travail du sol (labour, travail avec l'offset). L'ensemble est fourni à crédit et facturé en fin de campagne. Le recouvrement des dettes est assuré par les intendants de la SAED qui effectuent, après chaque campagne, des tournées répétées dans tous les villages auprès des présidents de coopérative ou de SUMA. Le paysan ne fait rien sans qu'on le lui ait dit, l'encadrement peut être qualifié de directif et d'autoritaire.

Les difficultés rencontrées et les tensions qui règnent entre la SAED et les GP, notamment autour des sinistres, des remboursements et de l'endettement, poussent à innover. Plusieurs groupements de producteurs se "fédèrent" dans une structure socioprofessionnelle pilote appelée Coopérative d'Utilisation du Matériel Agricole (CUMA). Il s'agit de tester l'introduction de la mécanisation en milieu paysan. Le matériel est composé de tracteurs, remorques, pulvérisateurs, offsets, charrues, billonneuses. Le CUMA-pilote dispose d'un magasin de stockage et d'un abri pour le matériel. L'ensemble est financé gratuitement par l'OMVS et doit être géré par les paysans (entretien, réparations, renouvellement après amortissement). Le test est conduit jusqu'en 1984 par la SAED qui assure la formation des paysans en machinisme agricole (conducteurs et mécaniciens). Le résultat positif de ce test a incité la KFW à investir à nouveau, et à élargir l'expérience aux autres organisations paysannes qui ont pris le statut de Sections Villageoises en 1983.

En 1985, l'exploitation de Nianga reprend donc sur des bases nouvelles, alors que le casier-pilote est réhabilité, et qu'a lieu l'aménagement du casier C. La taille des parcelles passe de 0,70 à 1,10 ha, d'où une extension des superficies exploitées. Les GP sont regroupés en Sections d'Utilisation du Matériel Agricole - SUMA -. Au total 11 SUMA sont créées. Chaque SUMA, qui maintenant exploite entre 60 et 80 ha, est dotée d'un équipement en gros matériel qui comprend un tracteur, un rotovator, une charrue, une remorque, une batteuse à poste fixe. Après 3 ans d'exploitation, les rotavators<sup>1</sup> se sont révélés inappropriés pour les types de sols du périmètre. Ils sont remplacés par des offsets<sup>2</sup> sur financement propre des paysans. L'équipement est également renforcé par l'achat de billonneuses fabriquées sur place par le projet.

---

1 rotavator : houe rotative

2 offset : pulvérisateur à disques



En 1988, l'ensemble des SUMA et la CUMA-pilote prennent le statut de Groupement d'Intérêt Economique (GIE). En 1988-1989, l'aménagement de "l'extension du casier-pilote" à l'ouest, permet non seulement d'augmenter le nombre d'exploitants mais aussi de rapprocher certains exploitants de leurs villages par le "transfert" des paysans d'un site à un autre, plus proche de leur résidence (plus de 120 ha ont été concernés par ces transferts). A cette occasion 4 nouvelles SUMA sont créées, soit par l'équipement de sections qui étaient jusque là non équipées, soit par l'éclatement d'une section dont la superficie devenait très importante. La SUMA de Guia-2 a ainsi donné naissance à celle de Guia-3. Les trois autres sont : Figo-Kiraye, Ngendar et Kodit. Ces 4 nouvelles SUMA sont érigées en GIE comme les autres, et équipées du même matériel, en 1990.

La Nouvelle Politique Agricole, à l'origine de ces changements, a comme objectif le désengagement de l'État, et donc de la SAED, de certaines fonctions. Le travail du sol est assuré par la SAED jusqu'en 1984 et l'approvisionnement jusqu'en 1987. Chaque SUMA est constituée de groupements de producteurs dont le nombre varie selon la surface exploitée. Le président de la SUMA réunit tous les chefs de GP pour décider des surfaces à exploiter, des intrants à acheter et pour considérer la situation de chaque GP : ses sinistres, ses dettes, ses problèmes. A partir des années 1984-1985, les paysans ont l'initiative pour conduire leurs cultures. Le plan de campagne réalisé par eux est soumis à l'encadrement qui peut apporter certaines corrections ou compléments éventuels.

En 1990, la SAED entreprend le transfert des infrastructures hydro-agricoles aux organisations paysannes. Concernant la station de pompage, la SAED assurait avant 1990 la totalité de son exploitation : fonctionnement de la station, suivi et distribution de l'eau. Les paysans payaient une redevance hydraulique fixe en fin de campagne selon la spéculation (riz, tomate, etc.). C'est au cours de l'hivernage de 1990 que le processus de transfert démarre avec la création de l'Union des SUMA, qui regroupe les 16 SUMA existantes. Dès la création de cette structure, toutes les charges de fonctionnement de la station sont prises en charge par les producteurs (gasoil, lubrifiants, salaires des surveillants de groupe, salaires des gardiens, entretien et réparation des groupes et pompes, etc.). A partir de la campagne de la saison chaude de 1991, les producteurs prennent en charge les réparations et les remises en état du réseau d'irrigation.

Au même moment, on tente de généraliser la double culture du riz, afin de faire face au coût réel de l'irrigation, très supérieur en fait aux 41.000 F/ha par campagne versés à la SAED. Mais à cause d'un retard dans le financement, la réhabilitation du casier n'est réalisée qu'à partir du mois de mai 1992, les travaux durent jusqu'en juillet 1992, ce qui retarde sa mise en culture.

A compter du mois de mars 1993, toutes les fonctions d'irrigation et d'entretien, de réparation de la station de pompage, sont réellement assurées par l'Union des SUMA qui a été structurée et organisée pour prendre en charge cette tâche. Les diverses instances sont le bureau exécutif, l'assemblée générale (ensemble des paysans représentés par leurs chefs de groupement), le conseil d'administration (les 16 présidents des SUMA) et les commissions techniques (commission d'irrigation, commission approvisionnement et crédit, commission commercialisation, commission commissaires aux comptes). Pour mieux faire face à ces nouvelles fonctions, plusieurs outils ont été mis en place, dont les comptes bancaires.

Aujourd'hui, la plupart des fonctions liées à la production sont assurées par les instances paysannes : l'approvisionnement, l'entretien des cultures, la récolte, le transport, le stockage et la commercialisation (matériel de pesée, financement en rapport avec les services compétents de la SAED, transport et tenue des documents de commercialisation, etc.).

Ceci a nécessité des financements et des mesures d'accompagnement. En 1984, dans le cadre de la responsabilisation des producteurs, la KFW finance, en plus de l'aménagement, l'équipement agricole des 11 SUMA. Cet équipement, géré par les paysans, permet d'effectuer les opérations culturales, antérieurement réalisées par la SAED. En 1987, avec le désengagement de l'État et de la SAED de la fonction approvisionnement, la KFW met à la disposition des SUMA des fonds de roulement destinés à l'acquisition d'intrants agricoles. Le total de ces fonds de roulement est renouvelable à chaque fin de campagne après la commercialisation de la production. La SAED, en collaboration avec l'assistance technique en place, élabore un programme de formation à destination des paysans et pour différents thèmes. Pour le machinisme agricole, des conducteurs et mécaniciens paysans sont formés à la conduite des tracteurs, à l'attelage des équipements ou outils, à la réalisation des façons culturales, ainsi qu'à l'entretien et la réparation du matériel. Deux conducteurs et deux mécaniciens pour chaque SUMA bénéficient ainsi de cette formation. Pour la gestion du fond de roulement, différents responsables paysans sont formés en gestion comptable financière. Ceci permet de créer, en dehors du bureau exécutif, des postes techniques (chef de parc, magasinier, peseur, intendant - paysan ou secrétaire-intendant). En matière de gestion comptable et financière les différents responsables du groupement (président, trésorier, magasinier, intendant) sont formés à la tenue de nombreux documents. La formation dans tous ces domaines est assurée et améliorée jusqu'au transfert des infrastructures hydro-agricoles.

### Les périmètres irrigués villageois

Les périmètres irrigués villageois (PIV) ne se caractérisent pas seulement par une différence d'échelle mais aussi par de nettes différences de conception, de mode d'exploitation et de gestion. Au départ, il y a la technique d'exhaure

réalisée par un groupe motopompe (GMP) installé sur le plan d'eau à proximité de la berge, et un périmètre d'une vingtaine d'hectares aménagé à proximité, sur le bourrelet de la berge. La technique a été mise au point au début des années 1970, dans les petits périmètres d'expérimentation de la FAO à Matam et à Kaédi.

**L'innovation technique que constitue ce type de petit périmètre va trouver sa place dans un grand programme SAED-SATEC lancé à partir de 1976** dans le contexte de la sécheresse. La culture irriguée à cette échelle modeste devait permettre d'initier les paysans de la moyenne vallée, de tester les cultures à promouvoir, de sécuriser la production vivrière et d'organiser les exploitants au niveau du village. Ce type de périmètre sera vulgarisé à la fin des années 1970 sous le nom de PIV (Périmètre Irrigué Villageois)

Cet aménagement sommaire peu coûteux va connaître un rapide succès. Dès 1980 environ 180 périmètres ont été créés (une centaine sur Matam et 80 sur Podor). La création de ces périmètres met en jeu l'organisation sociale du village, ainsi que les affiliations politiques et les relations sociales existantes au niveau englobant. L'acquisition, l'entretien et le renouvellement du GMP constituent les éléments-clés du dispositif. Le modèle, la puissance et le coût, sont en rapport avec la taille du périmètre et l'intensité de son exploitation. Le réseau hydraulique est réalisé à la main par les paysans (environ 8 km de canaux pour un casier de 20 ha). Dans ce type de périmètre, il n'y a pas de drainage prévu. Beaucoup de travail est demandé pour le dessouchage d'abord, puis pour le terrassement, pour construire le réseau hydraulique et les diguettes, et enfin pour couler les petits ouvrages en béton ou en ciment. Les surfaces attribuées vont se situer autour d'une norme de 0,20 ha par exploitant. Chaque exploitant s'occupe de sa parcelle tandis que le groupement gère le GMP et règle les tours d'eau.

La mise en culture pendant l'hivernage présente des avantages : le niveau de l'eau dans le fleuve est au plus haut, l'évaporation est moindre et les coûts d'irrigation sont donc plus faibles qu'en saison sèche. L'enherbement risque, par contre, d'être important et difficile à neutraliser. Les périmètres situés le long de cours d'eau bien pourvus en eau toute l'année peuvent être irrigués en hivernage et en saison sèche, ce qui ne veut pas dire porter une double culture. En général, le riz est cultivé en saison des pluies, la tomate et le maraîchage prennent le relais pendant la saison sèche.

Les petits périmètres seront créés dans la zone de Nianga après 1980, un peu plus tard qu'à Matam dans la moyenne vallée amont. Les villages impliqués dans l'exploitation du grand Nianga auront aussi leur PIV et vont y transférer les cultures de contre-saison fraîche, principalement la tomate et l'oignon. Il y aura donc deux situations à observer et à suivre : les PIV dont l'exploitation s'articule avec l'exploitation de parcelles dans le grand Nianga, et les PIV qui sont le seul lieu de la culture irriguée pour le groupement ou le village.

**Les périmètres de l'OFADDEC** sont créés dans la vallée à partir de 1981. Cette ONG, créée en 1976, monte un projet de développement intégré dans la moyenne vallée avec le soutien principal de l'ACDI et d'autres ONG canadiennes. Elle se propose d'accroître la production agricole, de mobiliser localement la force de travail, de lutter contre la désertification, de responsabiliser les paysans en s'appuyant sur les structures coopératives. Nous allons seulement évoquer ici son action dans le secteur irrigué du *waalo*.

L'OFADDEC n'est pas un levier de la puissance publique. Il se positionne d'emblée comme concurrent de la SAED. Le premier problème est celui de l'affectation de la terre. La concertation avec le conseil rural lui permet de résoudre ce problème, en particulier pour la Communauté Rurale de Ndiayène-Pendao dont le président est acquis au projet. Ensuite il faut intéresser et motiver la population riveraine or celle-ci est engagée sous la tutelle de la SAED, pour le secteur qui nous intéresse, dans les groupements de producteurs de Nianga et dans les périmètres irrigués villageois dont la plupart des villages sont dotés à cette date. Pour s'implanter, l'OFADDEC va non seulement fournir son appui technique et financier pour l'aménagement et l'exploitation de périmètres, mais elle va assister les candidats au plan vivrier et financier dans la phase de démarrage, en s'appuyant sur l'intervention locale du Programme Alimentaire mondial (PAM).

Le projet présente plusieurs particularités. L'aménagement doit se faire à des coûts moindres. Les parcelles sont attribuées et exploitées individuellement. La superficie de la parcelle attribuée par exploitant doit se situer autour de la norme de 0,33 ha. La coopérative doit se charger de l'approvisionnement en intrants et de l'écoulement de la production. Les systèmes de culture préconisés sont différents de ceux pratiqués jusqu'alors. La céréaliculture cesse d'être prioritaire, seulement pour l'autoconsommation. Une polyculture variée et novatrice est préconisée. A côté de cultures maraîchères déjà pratiquées ailleurs (tomates, oignons), la pomme de terre et la banane font leur apparition.

L'OFADDEC doit se dégager au terme d'une période de cinq années et ne plus s'impliquer qu'au niveau englobant, celui des filières de commercialisation entre la coopérative et le marché.

Le projet est ambitieux et doit couvrir toute la moyenne vallée sénégalaise. Les terres réservées et attribuées par les conseils ruraux des Communautés Rurales de Ndiayène-Pendao et de Guédé atteignent des surfaces importantes, et les listes de candidats s'allongent... L'opération tournera court en 1986 avec l'arrêt des financements et l'effacement de l'encadrement. Nous verrons ce qu'il est advenu d'un certain nombre de ces périmètres lorsqu'ils étaient encadrés, et après le départ de l'ONG.

**Les périmètres FED-SAED** sont des anciens PIV SAED réhabilités, ou de nouvelles créations. Depuis 1982, le FED finance des périmètres à vocation

maraîchère dans la zone ouest du Département de Podor. En 1987, son intervention prend la forme d'un projet FED placé sous la tutelle de la Délégation SAED de Podor. Le projet dispose de l'autonomie financière et administrative. Le FED met en place sa propre structure d'exécution. Le projet FED comporte de nombreux volets. L'opération PIV se donne pour objectif de pérenniser l'exploitation des petits périmètres en améliorant l'aménagement, en intensifiant l'utilisation des casiers, en maximisant les revenus des paysans, et en introduisant plus de transparence et de rigueur dans la gestion paysanne.

L'aménagement est repris avec construction de drains, mise en place de brise-vents et plantation d'arbres fruitiers. Les superficies par exploitant demeurent faibles, 0,35 ha par attributaire, mais sont supérieures à celles qui sont attribuées dans les PIV-SAED. La double culture annuelle est préconisée afin de rentabiliser les coûts d'aménagement et d'accroître les revenus de l'exploitation. Les travaux de préparation se font avec le recours à la traction bovine. Les boeufs proviennent du cheptel local, ils peuvent se rendre en toute saison sur les périmètres les plus enclavés, et puis au terme de leur carrière d'animaux de trait, ils seront vendus pour la viande. Le ratio est d'une paire de boeufs avec tout son équipement pour 4 ha. Chaque attelage effectue les travaux pour une moyenne de 12 exploitants. Il est confié à l'un de ces exploitants qui rembourse l'équipement par traites, nourrit les animaux et entretient le matériel, mais qui se fait rétribuer par les autres exploitants pour les prestations fournies.

Ces périmètres sont récents. C'est par rapport aux objectifs affichés que leur mode de fonctionnement sera observé.

### Les périmètres intermédiaires

Suite à l'expérimentation de Ndombo-Ntiago sur le défluent de la Taouey, au sud de Richard-Toll, un nouveau type de périmètre est expérimenté. Les superficies exploitées par famille sont plus importantes que dans les PIV. Ce type de périmètre, dit "intermédiaire", est équipé d'un GMP plus puissant. L'aménagement est plus soigné, avec de grandes parcelles bien nivelées. Une petite mécanisation est introduite, comprenant un motoculteur et une chaîne d'équipements. Les exploitants doivent y atteindre les objectifs recherchés par la politique d'aménagement : mettre en culture des superficies conséquentes, à l'aide de techniques en rapport avec les capacités et les moyens des exploitations, afin de couvrir les besoins vivriers et de dégager des surplus commercialisables substantiels.

À l'initiative de la coopération technique italienne, des périmètres d'une cinquantaine d'hectares chacun, sont aménagés non loin de Nianga, à Diatar, Donaye et Guédé, pour des villages qui n'exploitent pas le grand périmètre. Ces périmètres ne sont pas exactement conformes au type "Intermédiaire" dont le modèle sera réalisé plus tard à Diomandou, après 1990. Il ne s'agit encore que de PIV étendus et améliorés. L'appui technique fourni est impor-

tant. Les paysans sont dotés d'un fond de roulement. Ces conditions ont permis un bon démarrage de l'opération. Il est prévu de cultiver le riz en hivernage et principalement la tomate et l'oignon en saison fraîche, en tenant compte des caractéristiques pédologiques.

Le suivi de ces périmètres va distinguer deux périodes, celle de la mise en exploitation du périmètre avec l'appui de l'assistance technique italienne, puis la gestion de ces périmètres avec l'appui d'un technicien agricole supervisé par la SAED. Jusqu'à maintenant ces périmètres sont considérés, par l'encadrement technique et les bailleurs de fonds, comme étant de dimension optimale en agriculture paysanne.

### Les périmètres privés

Dans le contexte de la Nouvelle Politique Agricole et du désengagement de la SAED, l'initiative privée est en principe encouragée. L'État intervient de moins en moins en matière foncière. Les terres sont attribuées par les Communautés Rurales qui tiennent compte des prérogatives et des pratiques foncières anciennes. Pour le financement, les exploitants peuvent dorénavant accéder au crédit et aux intrants sans passer par la SAED.

Les groupements qui entreprennent d'aménager et d'exploiter un casier irrigué à titre privé sont de plusieurs natures. Ce sont presque toujours des GIE, mais qui, en principe, s'affranchissent de toute tutelle des organisations de développement. Les questions, qui se posent d'emblée, sont l'accès à la terre et au crédit. Des GIE composés de plusieurs familles se solidarisent pour aménager et mettre en exploitation des terres qui relèvent de leurs domaines fonciers. La structure est alors très voisine de celle de groupements de producteurs qui ont à leur tête un leader reconnu. D'autres GIE se constituent à l'initiative d'un entrepreneur, lui-même issu du milieu villageois. Cet entrepreneur a soit une formation technique soit les moyens financiers ou l'entregent nécessaire pour accéder au financement, ou aux intrants, ou au marché. Dans ce cas, le projet court deux types de risques: au plan foncier, l'accaparement de fait de terres même familiales, peut être jugé abusif et remis en question; le devenir de l'aménagement est nettement lié aux ambitions, aux capacités et à la constance de l'entrepreneur.

Enfin, si l'entrepreneur n'a pas, par son statut, accès à la terre, son projet se fonde sur sa compétence ou son ambition, ses moyens financiers ou son accès à un financement. Une sorte de contrat à durée déterminée le lie aux villageois qui laissent aménager une partie de leurs terres. L'entrepreneur exploite lui-même une partie du casier, et donne des parcelles aux paysans du village. Il s'engage à rétrocéder le tout au bout de quelques années. Il y a alors, plus qu'ailleurs, nécessité d'une rentabilité économique immédiate.

Le secteur privé connaît une extension rapide considérable, au moins en terme d'attribution et de délimitation de terres. Le premier objectif est visiblement le

contrôle foncier. Des incertitudes planent sur ces périmètres qui échappent à peu près à tout encadrement technique. Leurs performances sont-elles à la hauteur des résultats obtenus ailleurs ? Comment sera géré l'aménagement ? Les équipements seront-ils entretenus et renouvelés ?

Des systèmes de culture très divers, à tous points de vue, ont été mis en place au cours de ces 20 dernières années. Cette diversité demeure, la "responsabilisation" des Organisations Paysannes étant maintenant partout effective.

Pendant cette période, l'activité agricole s'est véritablement recentrée sur la culture irriguée multiforme. On trouve dans ce secteur de la moyenne vallée les taux les plus élevés de terre aménagée par habitant. Pour certains villages, presque toutes les terres du finage sont aménagées (Niandane, Donaye par exemple), mais vers l'est, dans l'Ile à Morphil, et à l'ouest du périmètre de Nianga, il reste de vastes terrains à aménager. Pour ces terres la course est engagée pour obtenir des Conseils Ruraux des affectations de terres en vue de créer des périmètres privés. Paradoxalement, la plus vaste réserve foncière se trouve "gelée" à l'intérieur du périmètre endigué de Nianga, au sud des casiers aménagés. Les bailleurs de fonds refusent d'étendre l'aménagement tant que sur les parcelles exploitées, l'intensité culturale demeure trop faible avec des rendements inégaux et incertains. Il s'agit aussi des terres des agro-pasteurs peul, apparemment moins pressés que les villageois à mettre la terre en valeur et à la cultiver.

	Type de périmètre	Nombre	S. Exploit.	Attribut.
C.R. de Ndiayène-Pendao	PIV SAED	10	436,70	545
	PIV OFADEC	13	875,00	1470
	PIV FED-SAED	7	187,45	1170
	Pér.privés	18	161,60	393
C.R. de Guédé	PIV SAED	29	760,82	3609
	PIV OFADEC	3	135,62	346
	PIV FED-SAED	24	672,80	1909
	Pér. intermédiaire	10	429,36	500
	Pér. privés	122	1918,83	3936
	cuvette Guédé-Chantier	5	494,48	1473
	cuvette de Nianga	17	1184,96	1224

D'après document SAED Nianga (M.B. Fofana)

**Tableau 4 : périmètres irrigués dans les communautés rurales de Ndiayène-Pendao et Guédé**

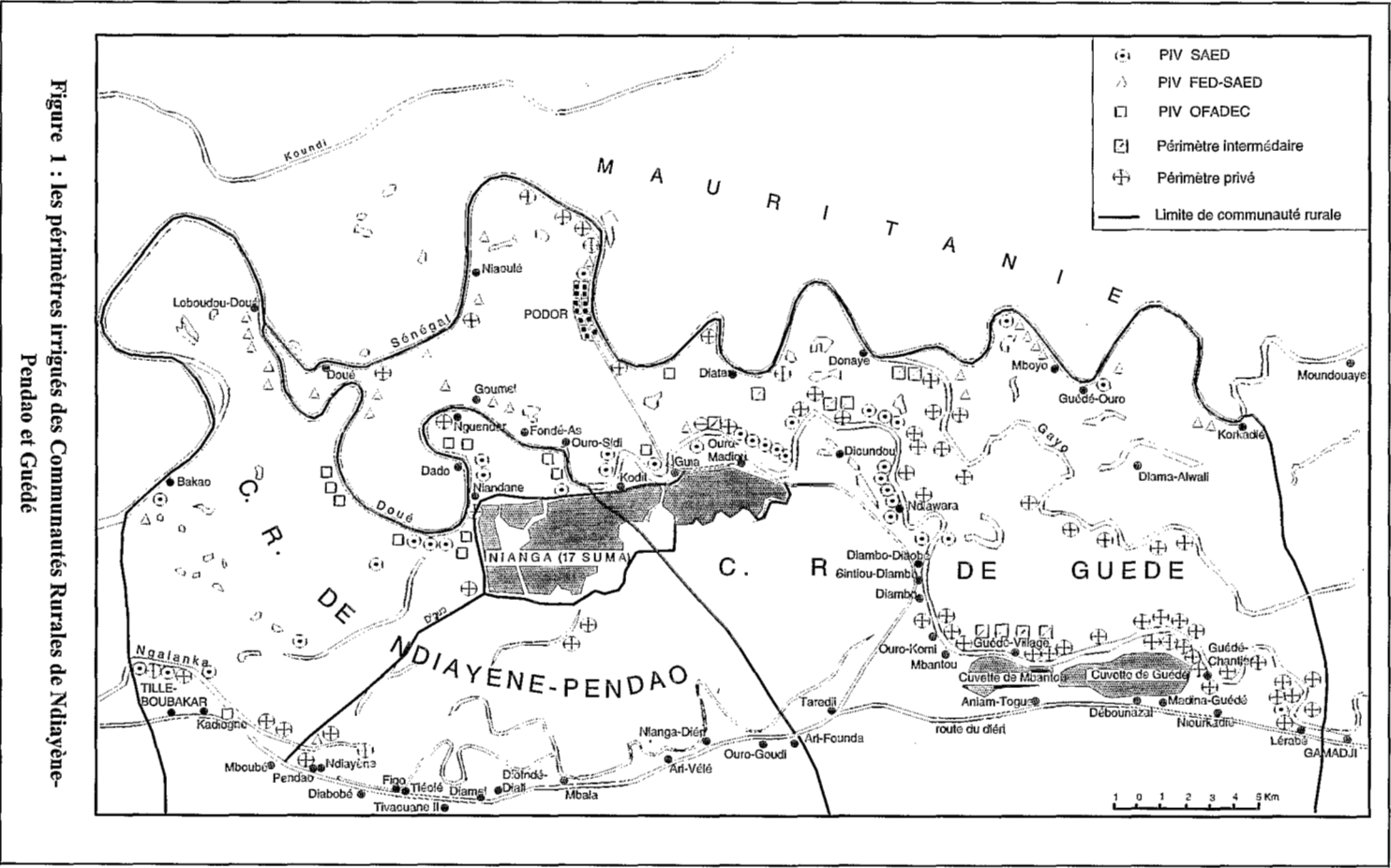
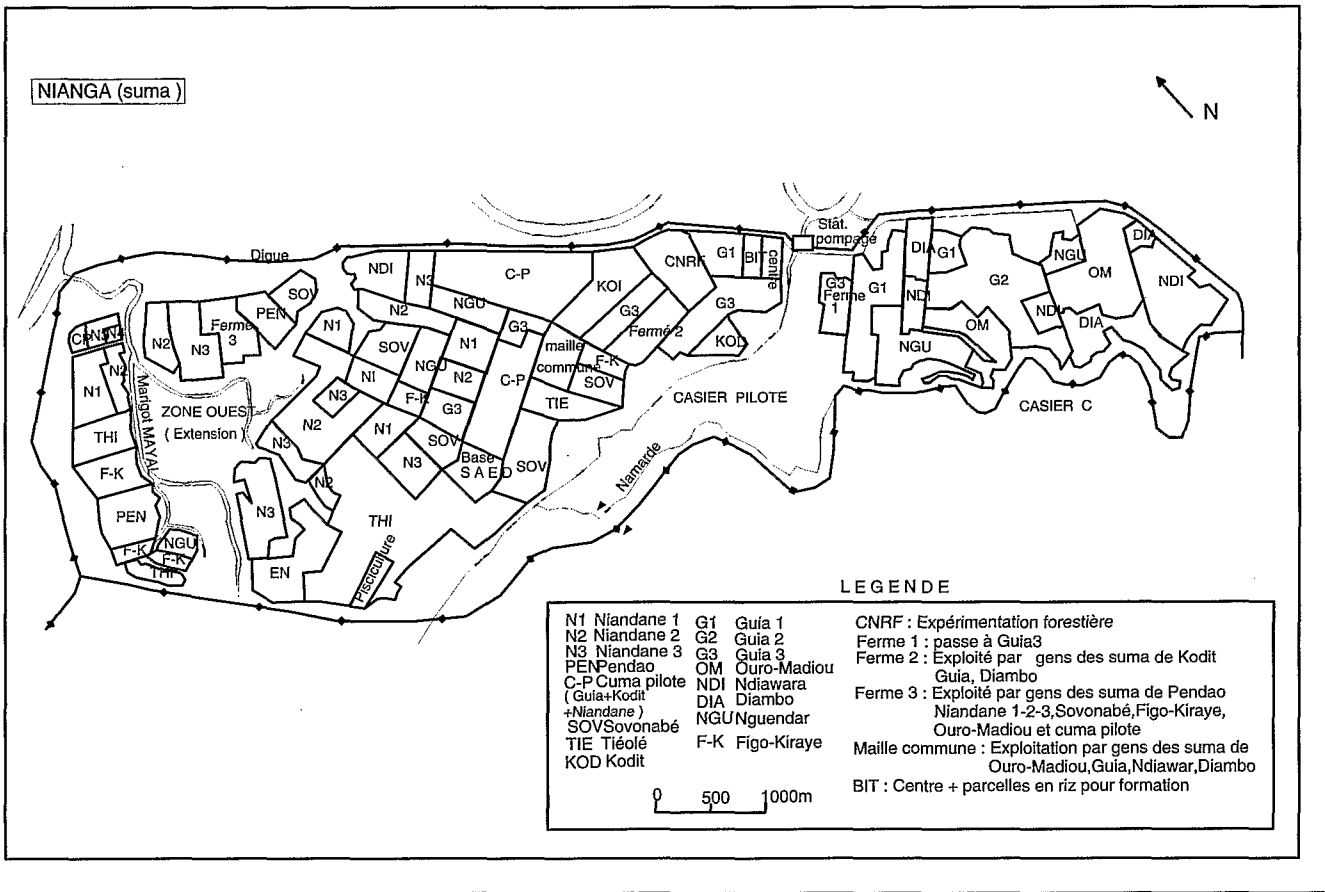


Figure 1 : les périmètres irrigués des Communautés Rurales de Niangène-Pendao et Guédié



Figure 2 : le périmètre de Nianga : les SUMA



LEGENDE

N1 Njandane 1	G1 Guia 1	CNRF : Expérimentation forestière
N2 Njandane 2	G2 Guia 2	Ferme 1 : passe à Guia3
N3 Njandane 3	G3 Guia 3	Ferme 2 : Exploité par gens des suma de Kodit
PEN Pendao	OM Ouro-Madiou	Guia, Diambo
C-P Cuma pilote	NDI Ndiawara	Ferme 3 : Exploité par gens des suma de Pendao
(Guia+Kodit	DIA Diambo	Njandane 1-2-3, Sovonabé, Figo-Kiraye,
+Njandane)	NGU Nguendar	Ouro-Madiou et cuma pilote
SOV Sovonabé	F-K Figo-Kiraye	Maille commune : Exploitation par gens des suma de
TIE Tiolé		Ouro-Madiou, Guia, Ndiawar, Diambo
KOD Kodit		BIT : Centre + parcelles en riz pour formation

Les exploitations agricoles disposent le plus souvent de parcelles dans plusieurs types de périmètres. Le cas de figure le plus répandu jusqu'à ces dernières années était de disposer d'une parcelle dans le Périmètre de Nianga, cultivée pendant l'hivernage et d'exploiter d'autres parcelles dans un ou plusieurs PIV, en saison fraîche.

Dans tous les villages, il reste des familles qui n'ont pas eu de parcelle irriguée, le plus souvent à cause du statut social ou d'activités autres ; une fraction importante des éleveurs du *jeeri* n'exploite pas, ou pas directement, de parcelle irriguée.

Mais l'exploitation des périmètres irrigués n'est pas le fait des seuls attributaires de parcelles ; de nombreux actifs participent à la récolte ou au battage en se faisant rétribuer, le plus souvent en nature. Par ailleurs, toutes les activités agricoles traditionnelles n'ont pas été abandonnées. Au niveau des exploitations agricoles, il y a donc émergence de nouvelles formes de pluri-activité, généralement centrées sur l'exploitation des périmètres irrigués.

## LA DYNAMIQUE DE LA CULTURE IRRIGUÉE DEPUIS 20 ANS

L'histoire des périmètres de la zone va montrer que les modèles n'ont pas fonctionné comme prévu et que la population exploitante n'a été ni passive ni soumise, face à des directives et à des messages techniques pas toujours accordés. Elle a donné sa propre dynamique à une culture irriguée multiforme. Les villages de cette zone sont véritablement le lieu d'une "recherche-développement" très active. C'est en terme de pérennité de l'aménagement, de maîtrise technique, d'intensité culturale, de bilans agricoles et financiers, que le chemin parcouru pourrait s'apprécier.

L'analyse présentée ici se situe au niveau du périmètre. Le questionnaire passé auprès d'une quarantaine de présidents de périmètres se focalise sur trois points principaux : les circonstances et les modalités de création du périmètre ; le suivi de l'utilisation du sol et des principaux événements survenus lors des campagnes successives, depuis la création jusqu'à maintenant ; la situation présente, la surface aménagée, les attributaires et leur situation financière. (Voir tableau en annexe)

### L'exploitation du périmètre de Nianga

Les créateurs du projet de Nianga ne doutaient pas du succès de la culture irriguée (Chaumény, 1973). Les prévisions d'alors optimisent les résultats envisagés en culture irriguée - 5 t/ha pour le riz avec deux récoltes par an -, sans tenir compte des aléas et des risques pourtant prévisibles. Elles sous-estiment la prégnance des prérogatives foncières et des rapports sociaux de production traditionnels. Elles minimisent les performances et l'intérêt des systèmes de production traditionnels, notamment en ignorant les cultures de

berge et la pêche. Enfin, elles négligent l'attrait et la fonction de l'émigration pour les jeunes actifs.

Il faudra 20 ans pour que, sur une faible partie du périmètre endigué, l'exploitation des terres aménagées soit prise en charge par les exploitants, que l'on obtienne des résultats tout juste corrects et encore incertains.

**De 1975 à 1985, l'itinéraire d'un GP (Groupement de Producteurs) a été reconstitué.** Il s'agit d'un GP performant, cohérent et bien géré. De multiples incidents et conflits ont marqué la phase de démarrage. Les résultats sont très loin des objectifs fixés au départ. Rappelons que dans le cas de ce GP, sur 11 campagnes d'hivernage possible, 7 ont été réussies, 3 ont eu des problèmes et une a été sinistrée; 5 campagnes de saison fraîche ont été réussies; il y a eu 5 abandons et un sinistre. Pour la contre-saison chaude, il n'y a eu que 2 campagnes réussies, pour les autres il y a eu des problèmes (2), des sinistres (3) ou des abandons (4).

Les questions de la maintenance du périmètre, de la diversification des cultures et de l'intensification de l'utilisation du sol, sont restées en suspens.

La mobilisation du travail paysan ne pouvait être immédiatement optimale. Elle supposait, pour le moins une période d'initiation et de rodage. Les exploitants découvraient des techniques nouvelles et une nouvelle organisation sociale de la production. Ils s'efforçaient aussi d'accorder le calendrier des travaux sur le périmètre avec les activités maintenues ailleurs.

	Hivernage riz		saison fraîche		Saison chaude	
	Surf. riz (en ha)	production (en t)	Surf.tomate (en ha)	production (en t)	Surf. riz (en ha)	production (en t)
1984-85	937,93	4507				
1985-86	945,53	4773				
1986-87	951,06	4758				
1987-88	949,12	4918			81,78	356
1988-89	906,74	5672	97,94	192		
1989-90	1020,08	5294				
1990-91	1152,71	7171			535,45	2261
1991-92	1179,46	6229				
1992-93	1175,24	5842			750	3840
1993-94	1015,21	en cours				

**Tableau 5 : l'évolution des campagnes depuis 1984 et les productions correspondantes**

Depuis la réorganisation des exploitants en SUMA, il y a 10 ans, le périmètre de Nianga a été régulièrement exploité chaque hivernage. A peu près toute sa superficie est cultivée en riz. Les rendements moyens, calculés à l'échelle du périmètre, se situent entre 4 et 6 tonnes à l'hectare. Par contre, jusqu'en 1990 le casier a été peu exploité pendant la saison fraîche et la saison chaude, hormis en tomate pendant la saison fraîche 1988-1989, et en riz pendant la saison chaude 1988, sur moins de 10% de la surface aménagée. Depuis 1990, la double culture est à l'ordre du jour, mais ce n'est que maintenant qu'elle se réalise, sans que son effet sur les activités hors du périmètre ait pu être analysé.

Les rendements établis à l'échelle du périmètre cachent de fortes disparités, qui masquent en fait les difficultés que rencontre encore son exploitation. Il suffit de se situer au niveau de chaque SUMA pour faire apparaître des différences importantes et des déficiences inquiétantes.

Les 16 SUMA (Hivernage 1992)	SURF. ATTRIBUEES (en ha)	SURF. CULTIVEES en RIZ (en ha)	RENDEMENT (en t/ha)
SOWONABE	64,20	64,13	4,625
TIEOLE	107,02	105,88	3,378
FIGO-KIRAYE	59,27	58,62	4,393
KODIT	24,99	24,46	4,650
CUMA-PILOTE	96,78	96,74	5,550
NIANDANE 1	72,89	72,69	5,670
NIANDANE 2	87,49	85,82	5,141
NIANDANE 3	105,86	105,64	5,187
PENDAO	86,65	86,65	5,456
GUIA 1	68,99	67,55	3,532
GUIA 2	60,86	60,86	3,789
GUIA 3	94,32	93,12	3,644
OURO MADIOU	66,98	66,75	3,325
NDIAWAR	69,30	69,30	3,401
DIAMBO	56,15	54,50	3,100
NGENDAR	63,41	62,41	2,725
ENSEMBLE	1185,16	1175,12	4,222

**Tableau 6 : les SUMA du grand périmètre de Nianga**

Pour faire apparaître les problèmes, et discuter de la viabilité de la culture irriguée, il faut analyser l'itinéraire de chaque SUMA, et parfois se situer au niveau des groupements de producteurs constitutifs.

**L'itinéraire de la SUMA de Tiéolé**, qui intègre le GP précédemment suivi, a pu aisément être reconstitué. Il était composé à sa création de 6 GP, il en compte maintenant 10 : 6 sont des gens des villages de la bordure du *jeeri* (cinq de Tiéolé, un de Ndiayène), un est de Guia et quatre proviennent des groupements peul du proche *jeeri*. Ce sont donc en majorité des gens dont les habitations se trouvaient à une vingtaine de kilomètres des champs irrigués. L'extension des surfaces allouées à la SUMA a eu lieu en 1988, la superficie aménagée disponible est passée de 71 ha à 107 ha (dont 10 ha "piratés" sur des terres jugées impropres à la culture), et aux 6 GP d'origine sont venus s'adjoindre 4 nouveaux.

Pendant les 9 années suivies, la quasi-totalité de la surface disponible a été cultivée en riz pendant l'hivernage et presque toujours avec des rendements jugés corrects (4 à 5 t/ha).

En contre-saison il y a eu seulement deux années où une partie de la terre a été cultivée. En 1988, au cours de la saison fraîche, 15 ha de tomates et 10 ha de riz sont cultivés sur les extensions récemment attribuées à la SUMA. La tomate est cultivée collectivement et le riz, par deux des nouveaux GP. En 1993, au cours de la saison chaude, 43 hectares ont été cultivés en riz par 40 personnes. La station de pompage (3 pompes en fonction sur 6) n'était pas en mesure de fournir l'eau d'irrigation pour toute la surface disponible. Les autres membres de la SUMA étaient sur leurs petits périmètres.

La SUMA de Tiéolé est parvenue à renouveler et à maintenir en état de fonctionner son parc de matériel. Le tracteur a été changé en 1988 et un offset a remplacé le rotovator en 1989.

Les incidents, qui ont été cause des baisses de rendements sont les retards dans la fourniture des intrants, un désherbage tardif ou des décalages dans le calendrier agricole. C'est finalement un conflit entre le président et certains membres qui a représenté la menace la plus sérieuse pour l'exploitation des terres parce qu'il s'est traduit par des litiges au sujet des dettes, des refus de mettre en culture, et finalement l'expulsion de quelques récalcitrants. La cohésion de la SUMA, la gestion rigoureuse et transparente des comptes sont maintenant les conditions de sa bonne marche.

Nous avons eu partout une exploitation quasi totale des terres aménagées en riz pendant la campagne d'hivernage. Les cultures pratiquées en contre-saison ont été exceptionnelles jusqu'en 1991, depuis elles tendent à couvrir toute la surface.

Le suivi de toutes les SUMA par la SAED montre que de fortes différences s'observent au niveau de la gestion du matériel. A côté des SUMA qui, comme celle de Tiéolé, sont parvenues à entretenir et à renouveler leur matériel, il y a celles dont une partie du matériel est en panne (la batteuse notamment), ou le cas d'une SUMA qui n'a plus de tracteur. A l'inverse, la SUMA la plus dyna-

mique (à Niandane) a acquis un second tracteur et offre ses services hors de ses terres.

A l'échelle du périmètre de Nianga, la "responsabilisation" des paysans devient effective au terme de deux décennies d'exploitation. Les organisations paysannes ont pris en charge la gestion des crédits, de l'approvisionnement et de la commercialisation, et aujourd'hui, celle de l'irrigation et de l'aménagement. Les paysans réalisent les façons culturales avec leurs propres matériels agricoles qu'ils renouvellent par leurs propres fonds.

La SAED assure aujourd'hui un rôle et des tâches d'appui-conseil aux producteurs avec des effectifs allégés. Elle doit assurer la formation des producteurs et la vulgarisation à travers des thèmes choisis selon les besoins des producteurs. Elle a en charge la gestion et la police de l'eau. Elle demeure l'interlocuteur pour les institutions extérieures : institutions de recherches, banques, fournisseurs, etc.

### L'évolution des PIV

L'analyse succincte qui va être présentée ici met l'accent, pour les petits périmètres, d'une part sur l'entretien du périmètre, le renouvellement et l'entretien du GMP, d'autre part sur les surfaces cultivées et les types de culture.

Plusieurs auteurs ont analysé la dynamique des PIV. G. Diemer et E. Van Der Laan en ont quelque peu idéalisé le modèle (Diemer et Van Der Laan, 1987). A l'inverse, M. Niassé souligne toutes les difficultés rencontrées par les quelques périmètres du Département de Matam qu'il a suivis ; des PIV "qui vieillissent mal" (Niassé, 1991) ; aménagement fruste, gros consommateurs d'eau, mauvaise utilisation du sol, des travaux fait, par les enfants en l'absence des adultes partis en migration. Finalement, certains périmètres sont abandonnés ou peu exploités. Cette agriculture très onéreuse ne pourrait tenir qu'avec le soutien extérieur de la puissance publique, des "projets" ou des émigrés. P. Lavigne-Delville pour la même région, la moyenne-vallée amont, parle de crise de transition (Lavigne-Delville, 1991). Il insiste sur la fragilité du secteur irrigué et ses interactions avec l'émigration. Il montre que le groupement de producteurs est une structure dynamique, que les objectifs et les résultats sont divers et variables. L'avenir des PIV apparaît fortement lié à l'évolution de l'environnement économique.

Sur Podor, la situation est différente sur plusieurs points. La culture pluviale, sans intrants, sans problème foncier, qui est relativement productive à Matam compte tenu de la pluviométrie, n'est quasiment plus possible à Podor vu la sécheresse. L'élevage aussi est confronté à des contraintes fortes. En terme d'agriculture, le recentrage sur l'irrigué apparaît beaucoup plus net à Podor. L'émigration n'a pas les mêmes caractéristiques, non plus, dans les deux départements. La "fonction d'émigré" ne se traduit pas ici par des départs

aussi longs et massifs de la force de travail masculine, ni par des envois d'argent aussi réguliers et substantiels. Par contre, la multiplicité des opérations d'aménagement a donné l'opportunité, à de nombreux exploitants des PIV-SAED de la première génération, d'exploiter d'autres périmètres. Néanmoins, les PIV abandonnés et délaissés sont nettement moins nombreux que dans le département de Matam. Des PIV anciens sont toujours en exploitation, d'autres ont été repris par d'autres projets, par l'OFADDEC et par le projet FED-SAED.

**Les PIV SAED** qui n'ont pas été recyclés connaissent beaucoup de difficultés. Les raisons du succès immédiat des PIV à la fin des années 1970 sont-elles encore d'actualité ? Les PIV constituent-ils encore le recours face à la crise climatique et vivrière ? Sont-ils le lieu d'apprentissage des techniques nouvelles appliquées à des variétés performantes ? Sont-ils la meilleure possibilité de s'intégrer à des organisations paysannes cohérentes et dynamiques ? Sans doute pas dans la zone de Nianga.

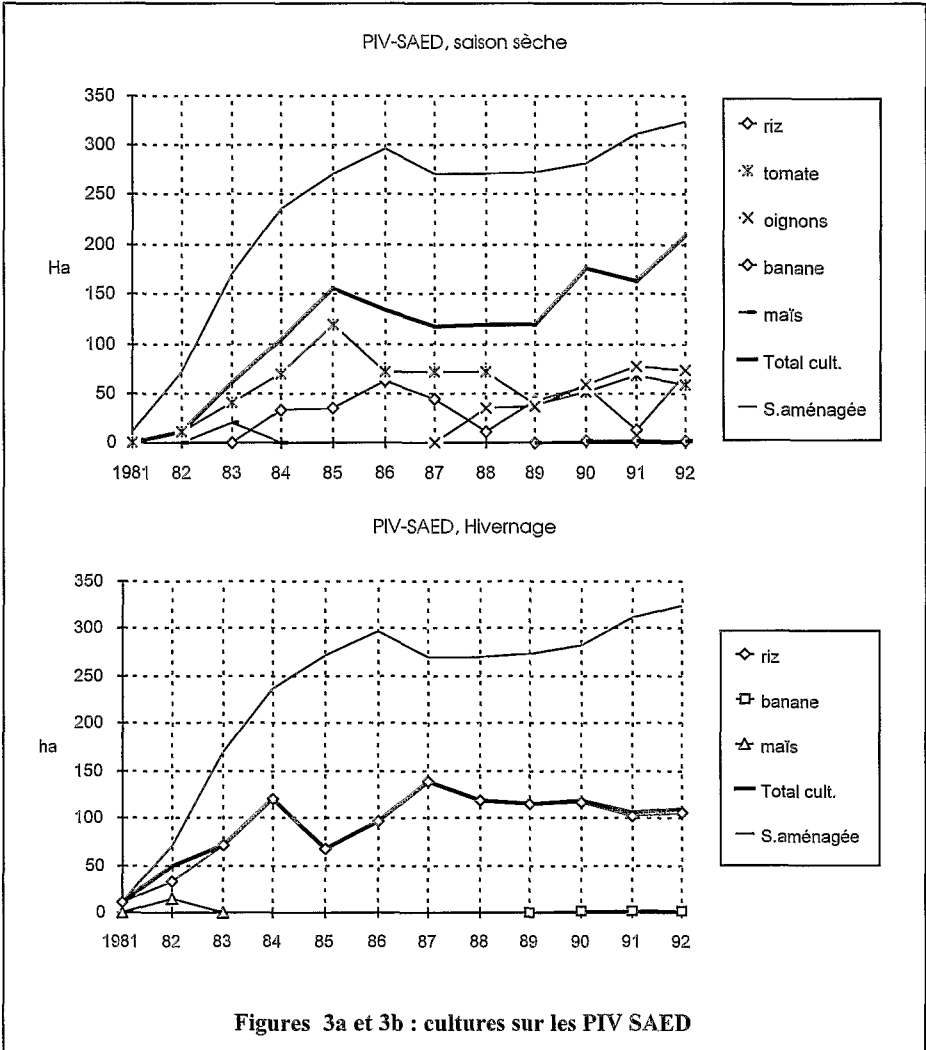
Les 15 PIV suivis connaissent des difficultés :

- la création des PIV a cessé dans les années 1985-1986, ce qui correspond au désengagement de la SAED. On assiste à quelques abandons et à une réduction de la surface aménagée. Les augmentations récentes de surface sont dues à l'extension de PIV anciens.
- les GMP ne sont renouvelés qu'après plusieurs pannes et révisions. L'aménagement est défectueux et repris, le plus souvent, par les exploitants eux-mêmes.
- en saison fraîche on cultive la tomate, l'oignon, et en saison chaude, du riz. Les cultures couvrent entre 50 et 70% de la surface aménagée à cette saison sèche. En saison des pluies, le riz couvre la majeure partie des parcelles non cultivées en saison sèche. Il n'y a pas de double culture.
- les rendements demeurent acceptables - 4,45 t/ha en riz - mais la récolte est faible vu l'étendue des parcelles, de l'ordre de 10 quintaux par exploitant.
- la commercialisation de la tomate se passe dans des conditions de plus en plus difficiles. Pour le riz paddy, le paiement se fait longtemps après la livraison, d'où des problèmes de trésorerie.

Sur ces périmètres, il y a beaucoup de problèmes et un faible taux de mise en culture. On cherche à faire des extensions.

**Pour les périmètres OFADDEC** le tournant se situe en 1987, année considérée par les paysans comme celle de la faillite de l'OFADDEC. C'est l'arrêt des distributions de vivres et du financement des campagnes agricoles après un, deux ou trois ans d'exploitation des périmètres. L'encadrement lui-même n'est plus rétribué et se désengage. Qu'ont fait les paysans des anciens péri-

mètres OFADEC ? L'utilisation du sol qui était de l'ordre de 70 à 80% en saison sèche diminue en proportion et en valeur absolue.



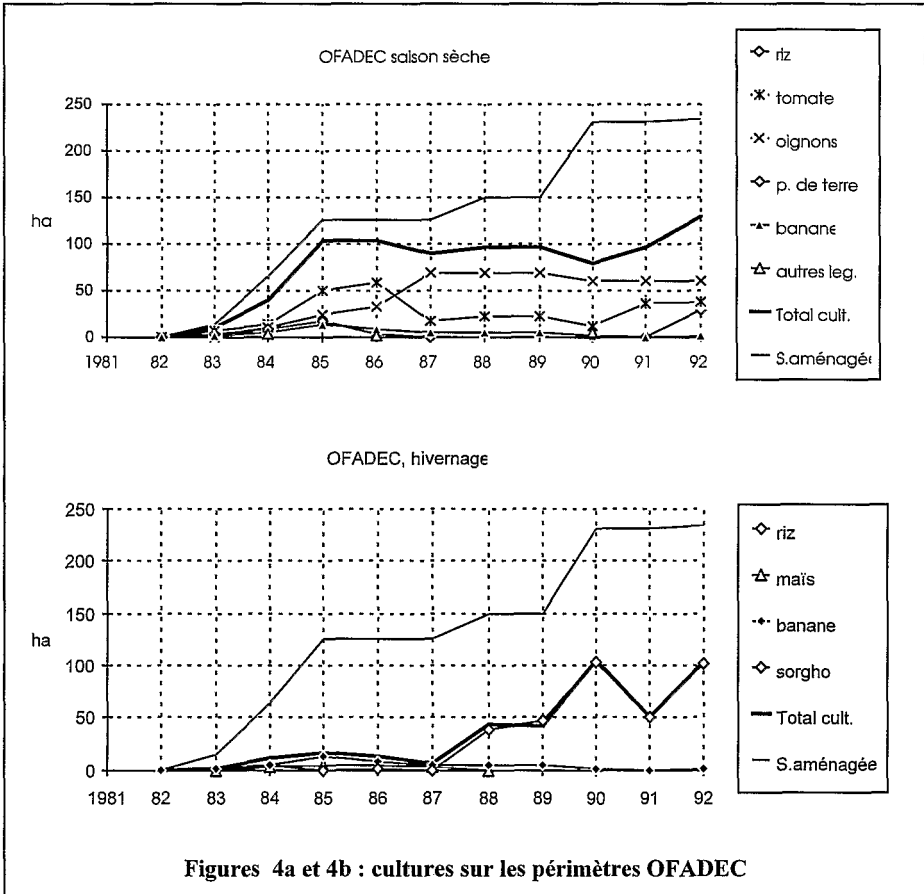
Figures 3a et 3b : cultures sur les PIV SAED

Les périmètres sommairement aménagés doivent être repris. Dans cette situation d'abandon, les exploitants se tournent vers les autres sources de financement et changent de systèmes de culture. La pomme de terre disparaît, le bananier régresse. La tomate et l'oignon progressent en saison sèche jusqu'à couvrir près de la moitié de la superficie aménagée. En hivernage, le riz, quasiment absent jusqu'en 1988, a fortement progressé depuis jusqu'à couvrir la presque totalité des parcelles non cultivées en saison sèche.

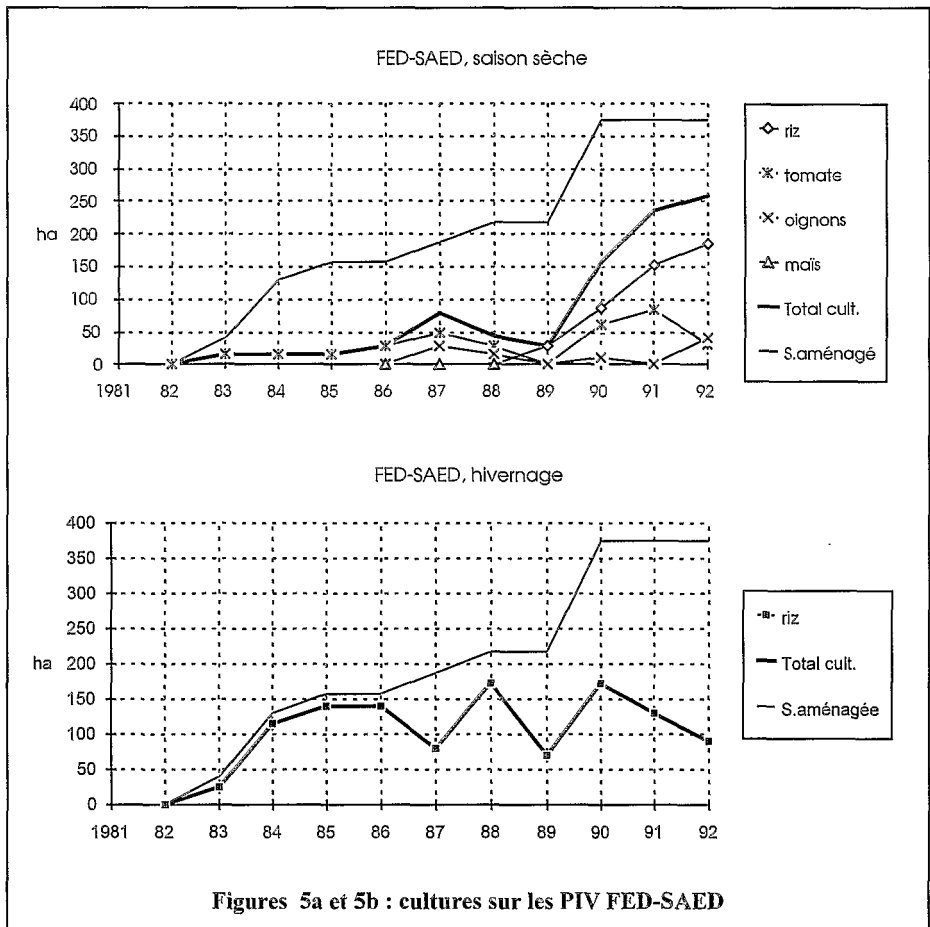


Finalement les anciens PIV OFADEC sont maintenant très semblables aux PIV SAED.

Les PIV FED-SAED sont les plus récents; pourtant ils ont connu immédiatement des problèmes avec des GMP pas assez puissants.



Le passage du modèle à la pratique sur ces petits périmètres ne se fait pas sans difficultés, pour les deux thèmes mis en avant dans le projet - l'emploi de la traction bovine et la double culture -. Le premier est accepté et respecté par discipline, en dépit de la lenteur des travaux et de certaines insuffisances techniques. Le second a peu de succès. Pour les périmètres observés, les cultures couvrent, en saison sèche, entre la moitié et les deux tiers de la surface avec une forte progression du riz. Les surfaces en tomates et en oignons étant irrégulières. En hivernage la proportion de surface exploitée baisse. Elle n'était que du quart de la superficie aménagée en 1992. Finalement, il n'y a pratiquement pas de double culture sur les périmètres analysés.



### Les "IT" demeurent-ils le modèle pour l'avenir ?

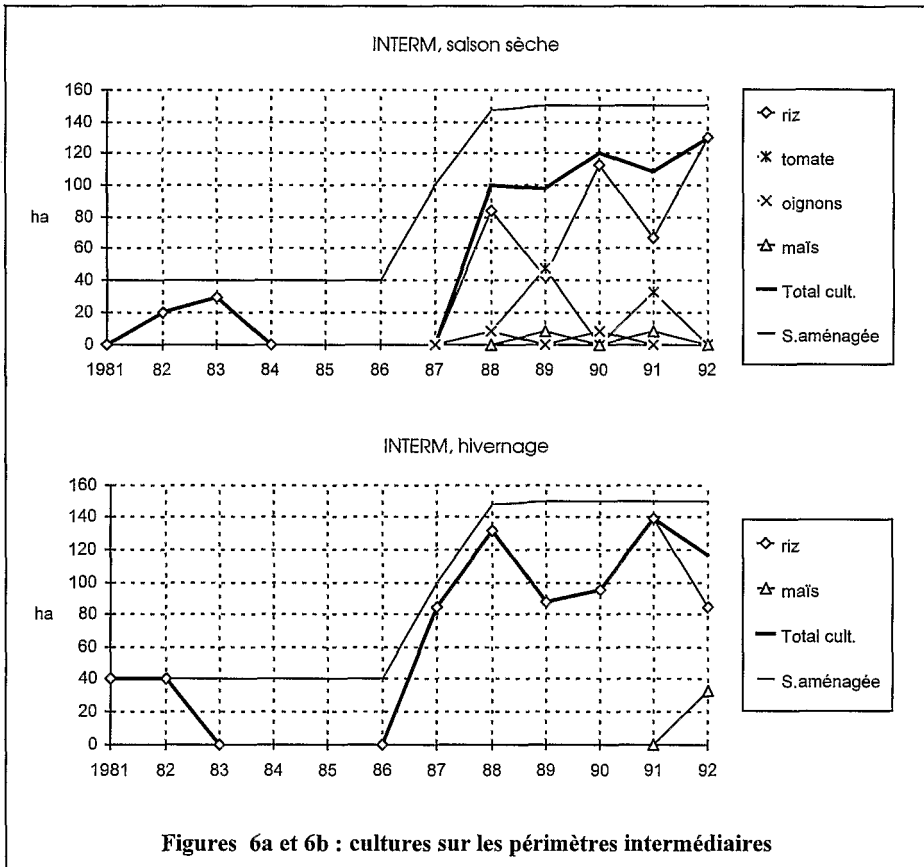
Jusqu'à maintenant les IT sont considérés comme les périmètres de dimension et de conception optimales en agriculture paysanne : conception modulaire pour des unités de l'ordre de 50 hectares, parcelles de taille suffisante pour accueillir les machines, tracteurs pour le labour, moissonneuses pour la récolte.

Les périmètres "italiens" observés, ont été aménagés en place d'anciens PIV-SAED à l'abandon. Ces périmètres sont dotés de GMP plus puissants que ceux des PIV, mais aussi plus coûteux. Ils n'ont pas été changés depuis leur mise en place en 1987-1988 en dépit de plusieurs pannes et révisions.

Les surfaces aménagées sont stables depuis la création des périmètres. Plus des deux tiers de la surface sont cultivés en riz et en tomates en saison sèche. Une proportion au moins équivalente est cultivée en hivernage, en riz. Il y a donc double culture sur une partie du périmètre avec la succession riz sur riz.

La petite mécanisation, fondée sur l'utilisation du motoculteur, n'a pas laissé de traces apparemment. Les exploitants ont recours à des tracteurs, pour le labour notamment. Ils louent ce matériel.

Les périmètres IT étaient, jusqu'à 1993, ceux qui avaient le plus fort taux d'utilisation du sol (critère le plus couramment utilisé pour juger de l'intensification du système de culture).



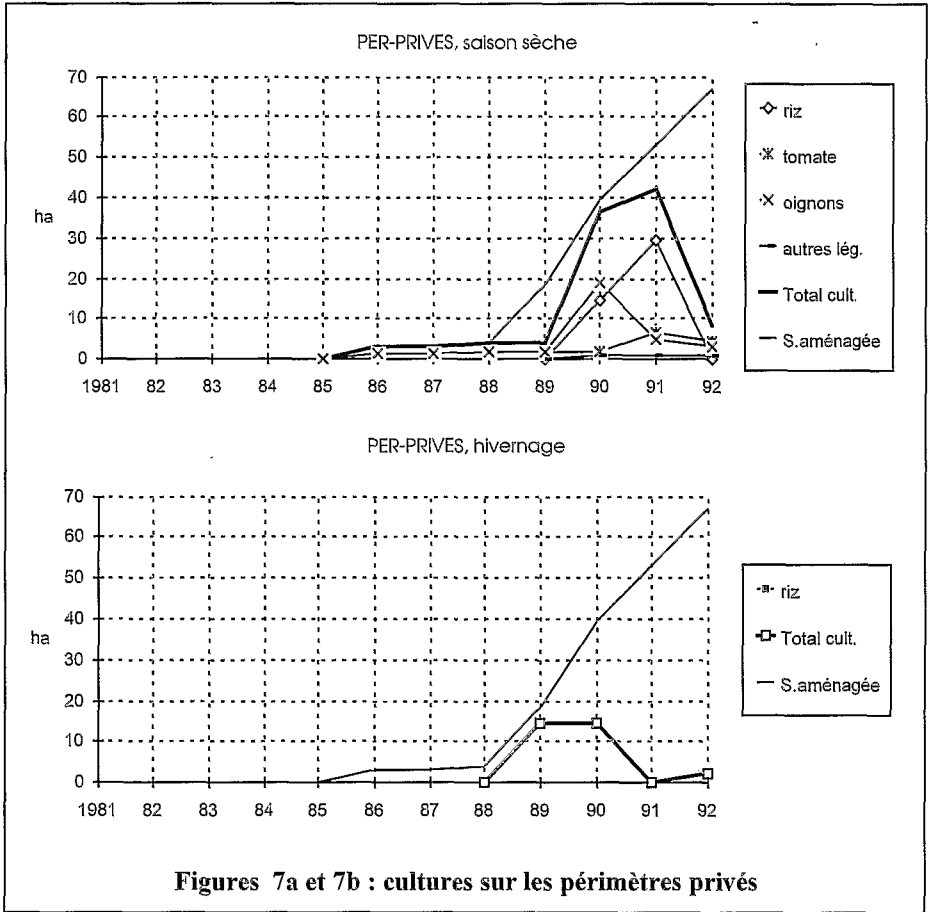
### Les périmètres privés sont-ils performants ?

Les périmètres privés se multiplient au cours de ces dernières années. Ils sont récents pour la plupart.

Nous constatons que les surfaces exploitées sont faibles par rapport aux surfaces aménagées.

Un tiers de la surface a été cultivé en saison sèche 1993, principalement en tomates et en oignons. Il n'y a pratiquement pas de culture en hivernage. Tout se passe pour le moment comme si les entrepreneurs ou les GIE privés vou-

laient prendre le contrôle d'un maximum de terres. Pour les périmètres existants, on observe aussi ces extensions de surface. Les conditions de départ apparaissent très médiocres, pour les cas observés. Puis on note la fréquence des pannes du GMP et des réfections de l'aménagement.



### CONCLUSION : LES BILANS ET QUESTIONS

L'analyse, qui s'appuie sur la perception paysanne et une information réunie au niveau de responsables de périmètres, met l'accent sur les problèmes passés et immédiats, et laisse de côté les périls qui menacent à plus long terme.

La question de l'accès à la terre est plus que jamais d'actualité. La SAED a introduit pendant une quinzaine d'années une gestion foncière nettement plus égalitaire que la pratique qui avait lieu sur le terroir de décrue. Avec le désengagement de l'Etat, ce sont les Conseils Ruraux, et les "notables" qui y offi-

cient, qui affectent les terres en tenant compte, implicitement, des droits anciens des familles terriennes. Une catégorie de paysans sans terre n'est-elle pas en train de se pérenniser ?

Dans de nombreux petits périmètres, l'aménagement demeure fruste, avec des canaux mal calibrés et enherbés, un planage défectueux des parcelles. Ces périmètres sont sans drain, sans voie d'accès bien entretenue. Ils consomment trop d'eau. Les rendements y sont très inégaux. Les périmètres privés dont l'extension apparaît spectaculaire, risquent de reproduire ces imperfections. A brève échéance se posent les questions de la viabilité de l'aménagement, en terme d'évolution de la salinité ou de nécessité de planter des brise-vents. Apparemment les paysans éludent la question de la gestion de l'environnement et des menaces pourtant manifestes.

La question des normes d'équipement mérite d'être discutée. Les travaux mécaniques et l'évacuation rapide de la récolte ne peuvent se faire que sur des parcelles accessibles et de taille suffisante. Or l'intensification du système de culture exige l'exécution rapide des travaux et le dégagement sans délai de la parcelle. Nous avons constaté la diversité des GMP et des circuits pour les pièces détachées et les réparations. Certains équipements ne sont pas suivis (machines chinoises de Guédé, les motoculteurs italiens de Donaye). Il y a des alternatives qui apparaissent, pour le moins, fort contrastées. Le battage à la main a lieu à côté des batteuses ou des moissonneuses-batteuses en action. Pour le labour, le travail à la houe coexiste avec la charrue tractée par des boeufs ou par tracteur. Autant de choix possibles qui ont des implications fortes en terme de surfaces exploitées, de productivité du travail et de résultats pour l'exploitant.

On continue à cultiver beaucoup de riz sur les sols *foonde*, en particulier dans les PIV FED-SAED. Ce sont des paysans qui ne disposent pas d'autres périmètres, ou bien qui ont cessé de cultiver la tomate et l'oignon à cause de l'enclavement du périmètre. Les paysans diversifient les cultures en fonction des parcelles et des superficies disponibles. Produire du riz sur ces périmètres exige-t-il inéluctablement des surcoûts en eau ? N'existe-t-il pas d'autres possibilités de diversifier les cultures ? De fait, la double culture est peu pratiquée jusqu'à présent, hormis sur le périmètre de Nianga. Le problème de l'intensification des systèmes de culture demeure en suspens.

La maîtrise technique est évidemment liée au mode de gestion des actifs de l'exploitation agricole ; leur emploi est en rapport avec les recouvrements de cycles cultureux "tuilés". Les savoir-faire sont d'acquisition récente. Les choix et les décisions à prendre à tous les stades de l'itinéraire technique, depuis la préparation du sol jusqu'aux travaux post-récolte, demeurent parfois improvisés. L'irrégularité inter-annuelle et les disparités au sein de la parcelle sont le signe d'une maîtrise très imparfaite des techniques de production.

Le problème du financement de la campagne est permanent. Tous les paysans ne disposent pas de fonds de roulement. Les crédits et les délais des paiements sont à taux et à durées variables. La maximisation des revenus est directement liée aux fluctuations des prix et aux incertitudes du marché - la dévaluation de février 1994 a eu des effets immédiats -. L'accident en cours de campagne, qui se traduit fréquemment par un sinistre, est la source principale des litiges et de l'endettement.

La transparence et la compétence acquises pour la gestion nous renvoient à la diversité des Organisations Paysannes, à leur cohérence, à leurs objectifs, et à l'efficacité des méthodes de formation et d'encadrement.

Les problèmes ainsi listés, et quelques autres, seront traités à d'autres échelles et reformulés par les différents intervenants.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Chaumeny J. 1973, Note sociologique synthétique sur le périmètre de Nianga OMVS, *Projet Hydro-Agricole, RAF 65/061, 32 p multigr.*
- Crousse B., Mathieu P., Seck S.-M., 1993, La vallée du fleuve Sénégal. Évaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements, *Paris, Karthala. 380 p.*
- Diemer G. et Van der Laan E., 1987 L'irrigation au Sahel, la crise des périmètres irrigués et la voie haalpulaar *Karthala, 226 p.*
- Diop M. 1993 Projet FED-SAED, unité PIV *Rapport semestriel janvier-juin 1993, 24 p. multigr.*
- Engelhard P. et Taoufik B.-A., Eds, 1986 Enjeux de l'après-Barrage. Vallée du Sénégal. *Dakar, ENDA et Ministère Français de la Coopération, 632 p.*
- Jamin J.-Y. 1986 La double culture du riz dans la vallée du Sénégal : mythe ou réalité *Cahiers de la recherche - développement n° 12*
- Juton M., Mutsaers M., Hamindou A. O. 1979, Inventaire des superficies cultivées à la décrue. Années 1971, 1973, 1977, 1978. *St Louis, OMVS, Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal, multigr.*
- Lavigne-Delville P. 1991 La rizière et la valise, *Syros-Alternatives, 231 p.*
- Lericollais A., Diallo Y 1980 Les cultures de saison sèche dans la vallée du Sénégal *ORSTOM, Carte et Notice N° 81*
- Lericollais A. 1989 Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal. in "Le risque en agriculture" *Eldin M. Milleville P. éd. ORSTOM, Coll. A travers champs : 419 - 436.*
- OMVS, 1980, Etude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal, *Dakar, OMVS, volumes B, C, E, multigr.*
- Projet FED-SAED 1993, Rapport annuel d'activité 1992, *Nianga, 150 p. multigr.*

□ Projet FED-SAED Nianga, 1993, Synthèse du séminaire des cadres du projet FED-SAED. *Volet aménagement Hydro-Agricole Saint Louis les 17-18-19 mai 1993, non paginé, multigr.*

□ Schirmer R., 1992, Guédé-Chantier, un village à la croisée des chemins *Maîtrise de Géographie, Université Paris IV-Sorbonne, 126 p., multigr.*

□ Seck S.M., 1981, Irrigation et aménagement de l'espace dans la moyenne vallée du Sénégal *Thèse, Université de Saint Etienne, 625 p., multigr.*

□ □ □

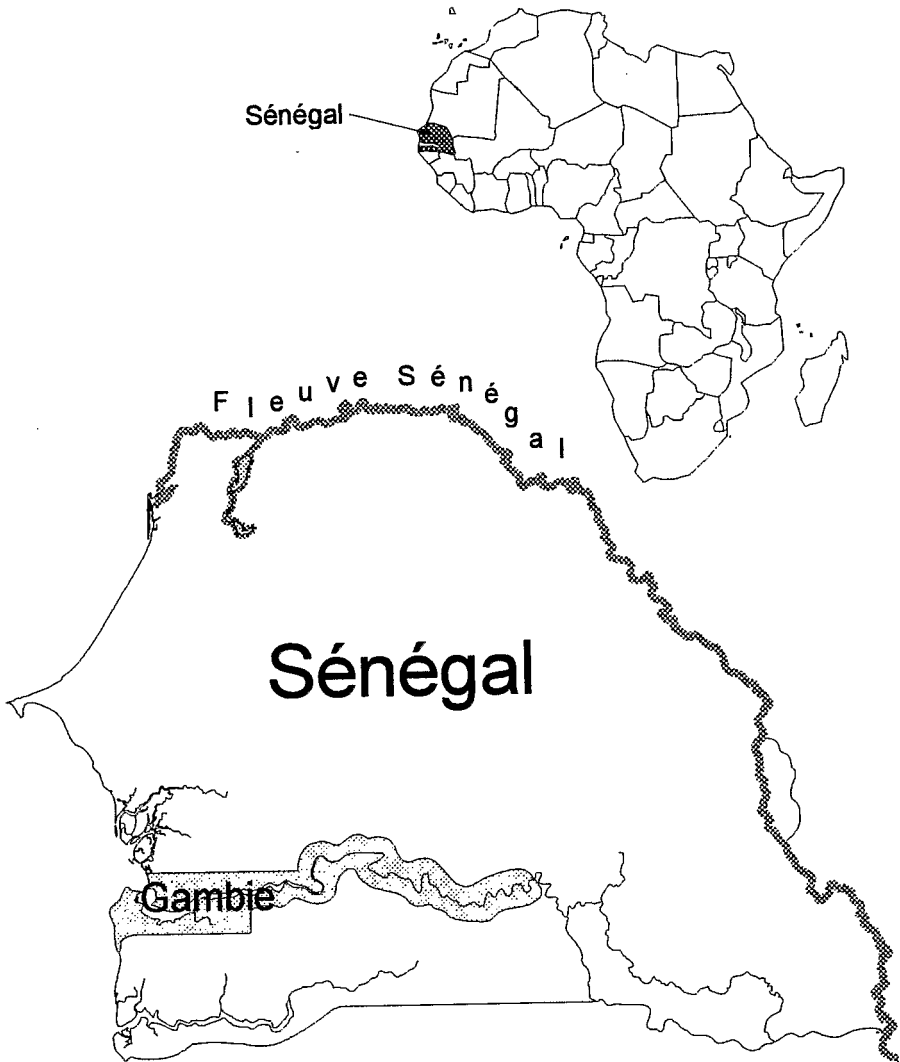
... / ...

ANNEXE : Périmètres de l'échantillon

	Type	Eau	Sols	fondé en	Surface à l'orig.	Explorig.	Surface en 93	Exp 93
NIANDANE2	SAED	Doie	foon./hollal.	1984	29,00	59	29,50	59
TILLE	SAED	Ngalanka	hollalde	1982	30,00	40	30,00	40
TILLE	SAED	Ngalanka	foon./hollal.	1983	30,00	40	30,00	40
BAKAO1	SAED	Senegal	foon./hollal.	1981	20,00	41	53,00	41
GUIA6	SAED	Doie	foon./hollal	1986	20,00	27	24,00	30
NIANDANE 5	SAED	Doie	?	1985	15,00	54	18,70	54
DIOUNDOU 8+23	SAED	Doie	foon./hollal.	1981	11,00	95	20,00	128
GUIA 5	SAED	Doie	foon./hollal.	1985	17,00	24	22,00	26
DONAYE 3	SAED	Doie	hollalde	1980	40,00	127	0,00	0
DONAYE 1	SAED	Sénégal	fonde/hollalde.	1979	18,00	149	18,00	149
GUIA 1	SAED	Doie	fonde	1984	14,00	74	14,00	74
OIRO MADIOU 2	SAED	Doie	fonde	1980	27,00	156	24,00	164
NDIAWAR (balla-kella)	SAED	Doie	fonde	1986	13,00	248	20,00	252
NDIAWAR 12	SAED	Doie	fonde	1983	12,00	201	20,00	201
KODIT 2	SAED	Doie	foon./hollal.	1982	32,00	40	32,00	40
WOODAABE 2	OFADEC	Doie	fonde	1982	51,00	82	51,00	82
PENDAO 2	OFADEC	Doie	foon./hollal.	1983	56,00	106	56,00	50
GUIA	OFADEC	Doie	foon./hollal.	1985	60,00	53	60,00	53
NIANDANE 1	OFADEC	Doie	foon./hollal.	1984	50,00	54	50,00	54
SOWONABE	OFADEC	Doué	foon./hollal.	1983	18,00	80	18,00	23
DOUE 4	FED-SAED	Senegal	foon./hollal.	1990	51,00	118	51,00	118
BAKAO 2	FED-SAED	Senegal	foon./hollal.	1985	27,00	100	27,00	76
LOBOUDOU 4	FED-SAED	Senegal	foon./hollal.	1985	31,00	47	29,62	47
LOBOUDOU 1	FED-SAED	Doie	foon./hollal.	1980	22,00	45	22,24	45
PENDAO	FED-SAED	Ngalanka	foon./hollal.	1987	30,00	42	30,00	42
DOUE	FED-SAED	Doie	foon./hollal.	1990	46,00	106	46,36	106
DADO 2	FED-SAED	Doie	foon./hollal.	1990	11,00	65	11,25	65
DIATAR 2	FED-SAED	Doie	foon./hollal.	1984	49,00	68	49,10	68
NGAWLE	FED-SAED	Senegal	foon./hollal.	1983	46,00	106	46,70	106
GUIA 4	FED-SAED	Doie	foon./hollal.	1984	40,00	23	40,45	23
FONDE ASS 1	FED-SAED	Doie	foon./hollal.	1983	19,00	0	20,25	85
DIATAR (IT2)	intermédi.	Senegal	?	1987	50,00	50	50,00	50
DONAYE (IT4)	intermédi.	Gayo	foon./hollal.	1988	50,00	54	50,00	54
DONAYE 2(IT3)	intermédi.	Senegal	foon./hollal.	1980	40,00	343	50,00	50
DIATAR(O. Cheikhou Ba)	privé	Doie	fonde	1989	1,00	7	1,20	6
DONAYE(Diokere endam)	privé	Doie	hollalde	1992	14,00	15	14,00	1
DONAYE(Béké-Wéké)	privé	Doie	fonde	1989	14,00	38	14,70	38
DONAYE 8 (pers. déplacées)	privé	Doie	foon./hollal.	1990	20,00	41	20,00	41
DONAYE Le Havre St Adresse	privé	Doie	foon./hollal	1987	10,00	2	10,00	2
PENDAO(Alassane Djigo)	privé	Ngalanka	foon./hollal.	1991	7,00	7	7,00	7
PENDAO PRIVE	privé	Ngalanka	foon./hollal.	1982	3,00	4	7,50	8

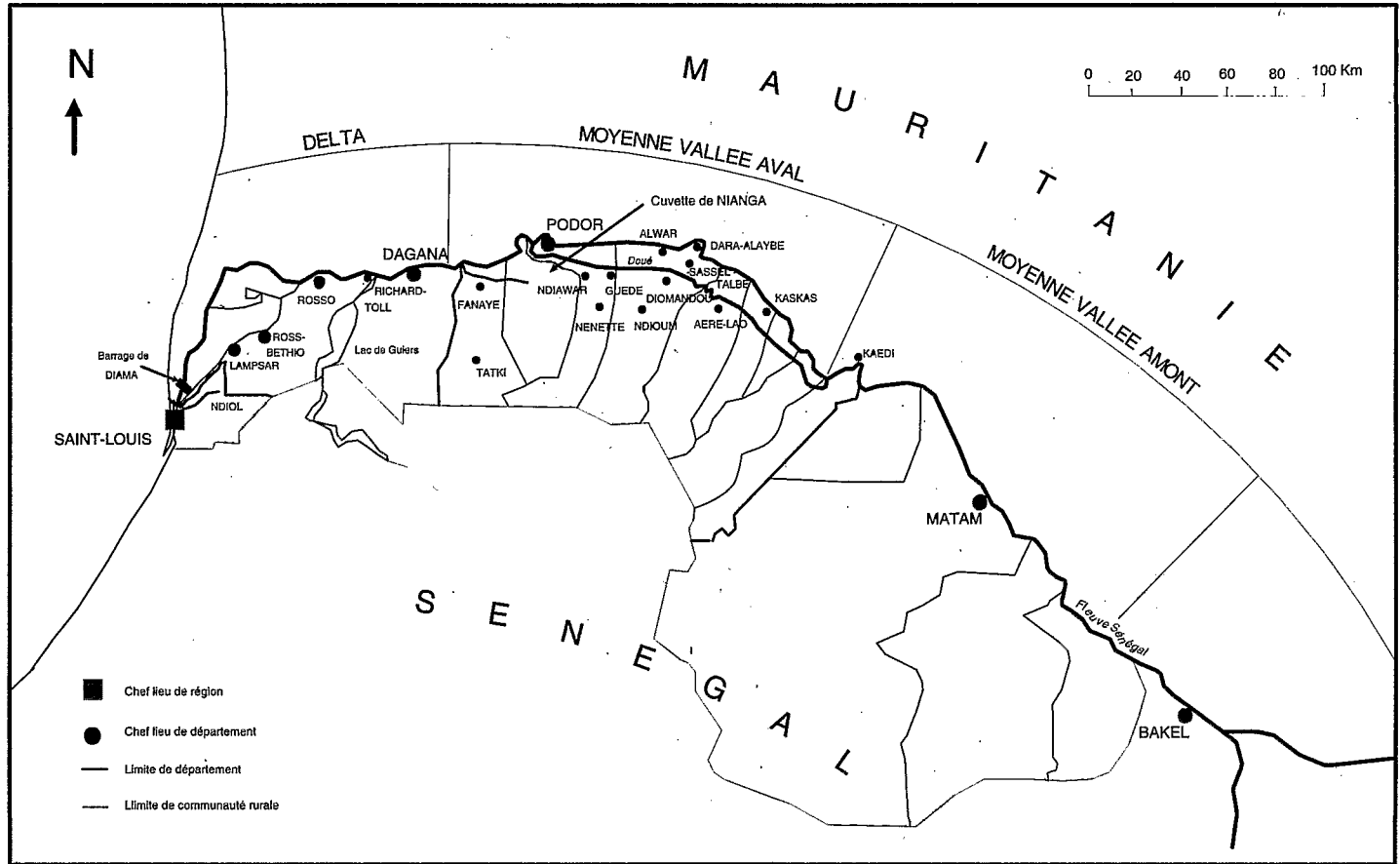


## Cartes de situation

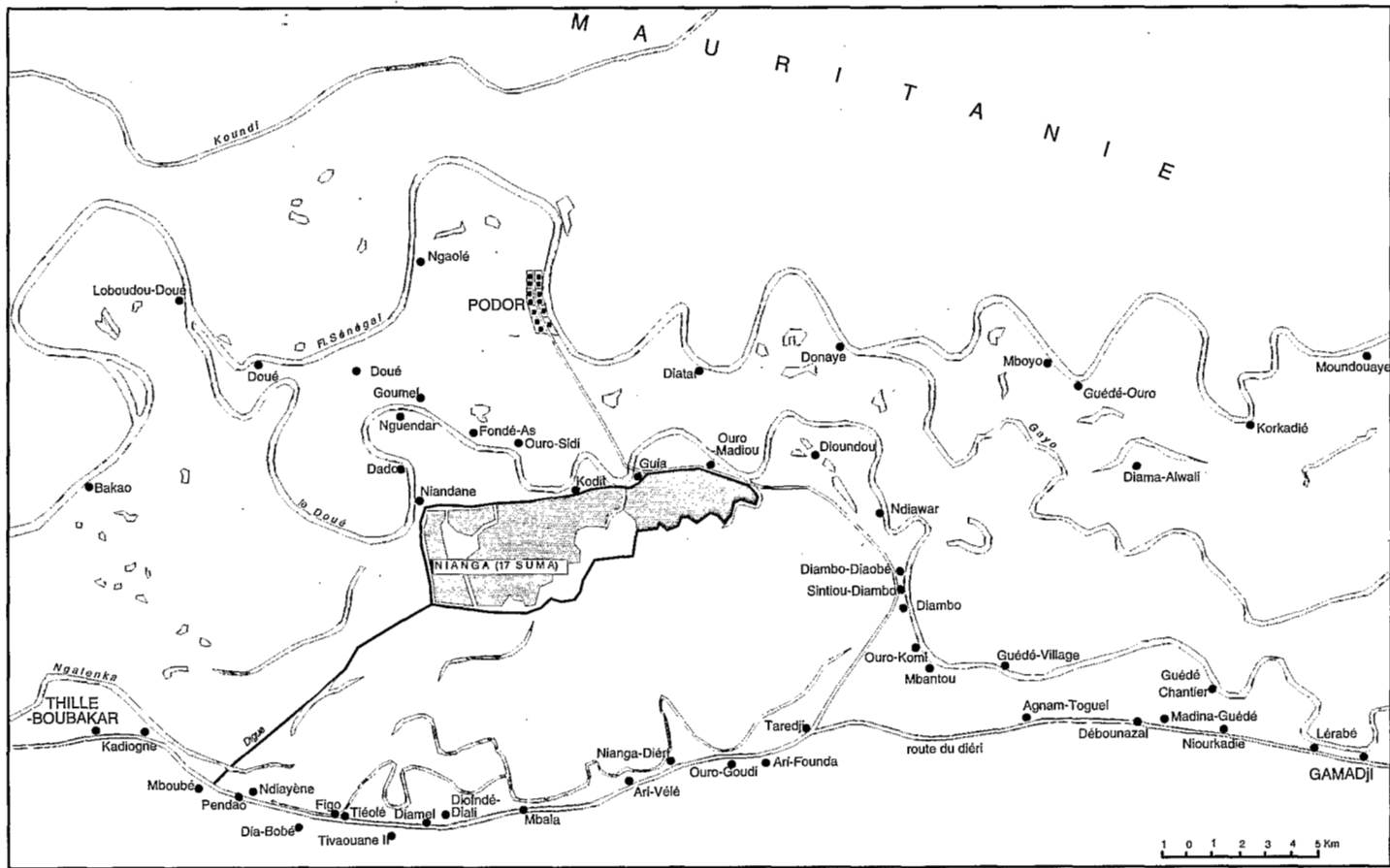


Le fleuve Sénégal











Première partie

## Milieux et aménagements





Dans cette partie, les relations entre les aménagements hydro-agricoles et le milieu sont envisagées sous quelques aspects essentiels : sols, eaux de nappes et eaux de surface, foresterie, santé humaine. Ces thèmes sont au centre du débat sur la durabilité des systèmes irrigués qui se mettent en place dans la vallée du fleuve Sénégal. Quelques constats se retrouvent dans les différents articles qui sont présentés : absence d'informations précises sur l'état avant aménagement, connaissance partielle des dynamiques récentes, sous-évaluation ou non-évaluation des risques, mauvaise prise en compte des interactions. Il est également intéressant de noter que les différentes études engagées font apparaître des réflexions similaires concernant la conduite de la recherche : difficulté de définir une échelle de travail pertinente, complexité des interactions entre composantes (sociales ou physiques), nécessité de prendre en compte les interactions au niveau interdisciplinaire pour définir une approche sectorielle.

Malgré l'effort de recherche entrepris dans le domaine des sols et des eaux, une grande disproportion apparaît encore entre l'importance économique et sociale que prennent les aménagements, et le peu d'information dont on dispose pour gérer le devenir du milieu physique. Tout d'abord, les études réalisées dans le passé, dont la qualité n'est pas mise en cause, ont porté sur des échelles régionales. Si elles offrent une bonne synthèse des caractéristiques générales du milieu, elles ne sont pas utilisables à l'échelle des aménagements. Des études techniques ont souvent précédé la création de périmètres, mais elles sont souvent partielles et généralement inaccessibles. Le développeur peut donc difficilement s'appuyer sur cette connaissance ancienne : le problème de la conservation et de la transmission des connaissances est clairement posé.

En second lieu, il apparaît que les principaux risques de dégradation du milieu liés à la pratique de l'irrigation ont été mal appréhendés, sous estimés, voire ignorés. Ainsi, les études de faisabilité se sont montrées incapables de prévoir la salinisation rapide des périmètres villageois de la région de Nianga-Podor (cf. article de Boivin *et al* dans cet ouvrage). Faute d'études préalables, certains périmètres doivent donc être abandonnés dès la première année de culture. Les moins salés subissent cette contrainte, sans que son impact soit mesuré, sans qu'une solution ne soit recherchée. Lorsque le problème de la salinité est traité à l'échelle du périmètre (Nianga), il ne l'est pas à l'échelle du paysage (Seguis et Boivin, dans cet ouvrage), et devient une menace pour des sites voisins. Le problème de l'alcalinisation des sols est cependant bien plus préoccupant à moyen ou long terme. Bien que hautement prévisible, ce risque n'a été pris en compte à aucun niveau (Boivin *et al*).

En troisième point, il faut souligner l'absence d'un dispositif de suivi permettant d'évaluer à l'échelle régionale l'évolution des sols et des eaux en relation avec la pratique de l'irrigation. Il ne manque pourtant pas d'exemples, en d'autres endroits, pour évaluer les conséquences de cette absence de suivi, en termes de coût de la réhabilitation des sols dégradés par exemple. Faiblesse de l'information initiale, carence des études d'impact et absence de suivis sont ici les trois facteurs qui contribuent à faire de l'agriculture irriguée dans la vallée une activité à hauts risques.

Les recherches en cours tentent de pallier ces lacunes, avec des moyens sans doute disproportionnés. Une meilleure prise en compte de ces problèmes par les décideurs permettrait pourtant d'apporter des réponses, vu l'éventail des techniques d'études actuellement disponibles. Au plan hydrique et salin, il faut toutefois rappeler que la complexité des situations rencontrées imposera un travail de longue haleine.

L'exemple des problèmes de santé humaine sur le périmètre de Diomandou (Handschumacher *et al*, dans cet ouvrage) permet d'illustrer une autre idée générale : la complexité des phénomènes mis en jeu. Cette complexité est liée aux interactions multiples entre les différents facteurs (ici, des facteurs épidémiologiques tels que migrations, relations populations/terroirs, pratiques agricoles, fluctuations saisonnières, comportement des vecteurs *etc...*). Tout comme les études portant sur le milieu physique, ce travail montre aussi la difficulté de choisir une échelle et un cadre d'étude pertinents pour décrire ou évaluer un phénomène. La leçon à tirer de ces expériences paraît ici double. D'une part, les échelles d'investigation pertinentes paraissent déterminées par les divers modes d'organisation sociale (dans le cadre des itinéraires techniques, des systèmes de culture, des systèmes de production, voire du fonctionnement social au sens large). D'autre part, la complexité des interactions entre facteurs issus de thématiques *a priori* très éloignées (irrigation, migration, gestion de l'eau, organisation sociale, filières économiques, types de sols...) est grande, et la capacité de la recherche et des acteurs à prendre en compte ces interactions conditionnera la durabilité des systèmes irrigués proposés.

De ce point de vue, les discussions qui ont suivi les communications au cours de l'atelier ont bien montré le côté très sectoriel des approches passées, tant en recherche qu'en développement. Le terme *intégré* est depuis longtemps appliqué à l'un et à l'autre. Il semble que de gros efforts restent à faire. Si l'exemple de l'introduction de l'arbre dans les périmètres est évoqué dans cette partie, celui de l'élevage est à mentionner au même titre (Santoir, en 3<sup>ème</sup> partie).

Il ressort donc de ces travaux des recommandations et des orientations, en matière de recherche et de développement. On l'a compris, les premiers objectifs des programmes en cours sont :

- de définir les risques (environnementaux, sanitaires) liés au développement des cultures irriguées, dans l'espace et dans le temps ;

- de proposer un dispositif de suivi de l'état des sols et des eaux ;
- de proposer des alternatives **dans le cadre des systèmes de production existants** et compte tenu de leurs possibilités d'évolution, **par une démarche résolument pluridisciplinaire** tenant compte des interactions, et intégrant les différentes échelles d'organisation ;
- d'élaborer et de mettre en oeuvre des outils de suivi et de gestion à l'attention des décideurs (bases de données, SIG).

Enfin, les différents problèmes posés, resitués dans le contexte du désengagement de l'État, soulèvent la question des niveaux de responsabilité face à ces enjeux. En particulier, il est clair que la gestion d'outils de suivi relève des structures nationales ou régionales, et de la prise de conscience des décideurs.

□ □ □

A. Ba\* et P. Boivin\*\*

\* Géographe, Université Cheikh Anta Diop, Dakar

\*\* Pédologue, Orstom, Dakar



# Hydrologie d'une cuvette du lit majeur du Sénégal : exemple de la cuvette de Nianga

□ □ □

L. Séguis.

Hydrologue, ORSTOM, BP 1386, Dakar

Dans les années 1890, les premières observations limnimétriques journalières fiables sur le fleuve Sénégal ont débuté à Bakel (archivage à la brigade hydrologique de St. Louis). Effectuées d'abord durant le passage de la crue, elles sont devenues régulières au long de l'année et se sont étendues aux principales villes de la vallée. Un siècle s'est écoulé et nous disposons aujourd'hui de 600 stations-années environ. L'analyse de ces données a débouché sur un ouvrage de synthèse, la monographie du Sénégal (Rochette, 1974) décrivant le régime naturel du fleuve. Durant les vingt dernières années, le fleuve a été aménagé et son régime régularisé par la construction du barrage réservoir de Manantali (1987) et du barrage anti-sel de Diama (1986). Dernièrement, une digue a été érigée sur la rive droite de la retenue de Diama pour rehausser le plan d'eau (1992). Les techniciens de l'OMVS (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal) définissent les scénarios de fonctionnement de ces ouvrages au moyen de logiciels de simulation et de gestion opérationnelle (Albergel *et al.*, 1993). Ces outils déterminent principalement la propagation de la crue dans le lit mineur. La complexité des phénomènes de débordement associée à la quasi-absence de données hydrologiques et topographiques a retardé les études dans le lit majeur. A la demande de l'OMVS, la SOGREAH (1970) réalisa un modèle maillé de la vallée. Les mailles étaient découpées selon les Unités Naturelles d'Equipements définies par Chaumeny (1973) à partir de la topographie. Le calage et la validité du modèle ne s'effectuaient qu'aux seules stations limnimétriques du lit mineur. Fautes de données hydrométriques et topographiques précises, ce modèle fonctionnait de manière globale et ne permettait pas de rendre compte du comportement réel d'une cuvette du lit majeur. Or, l'aménageur d'un périmètre irrigué travaille à cette échelle et non à celle de la vallée. Ses interrogations portent d'abord sur les volumes d'eau disponibles, les cotes des plans d'eau au long de l'année, pour calibrer et protéger les ouvrages puis optimiser la gestion des pompes. Parallèlement, il se soucie de la qualité de l'eau d'irrigation. De la qualité des colatures dépend aussi l'aménagement de nouveaux terrains.

Dans ce contexte, notre thème de travail a été la définition d'une méthode d'étude du comportement hydrologique des cuvettes du lit majeur du Sénégal. Cette méthode doit être facile à mettre en oeuvre, rapide et peu coûteuse pour répondre aux souhaits des aménageurs. Le terrain de la cuvette de Nianga nous a servi de laboratoire pour sa mise au point. Nous présenterons successivement :

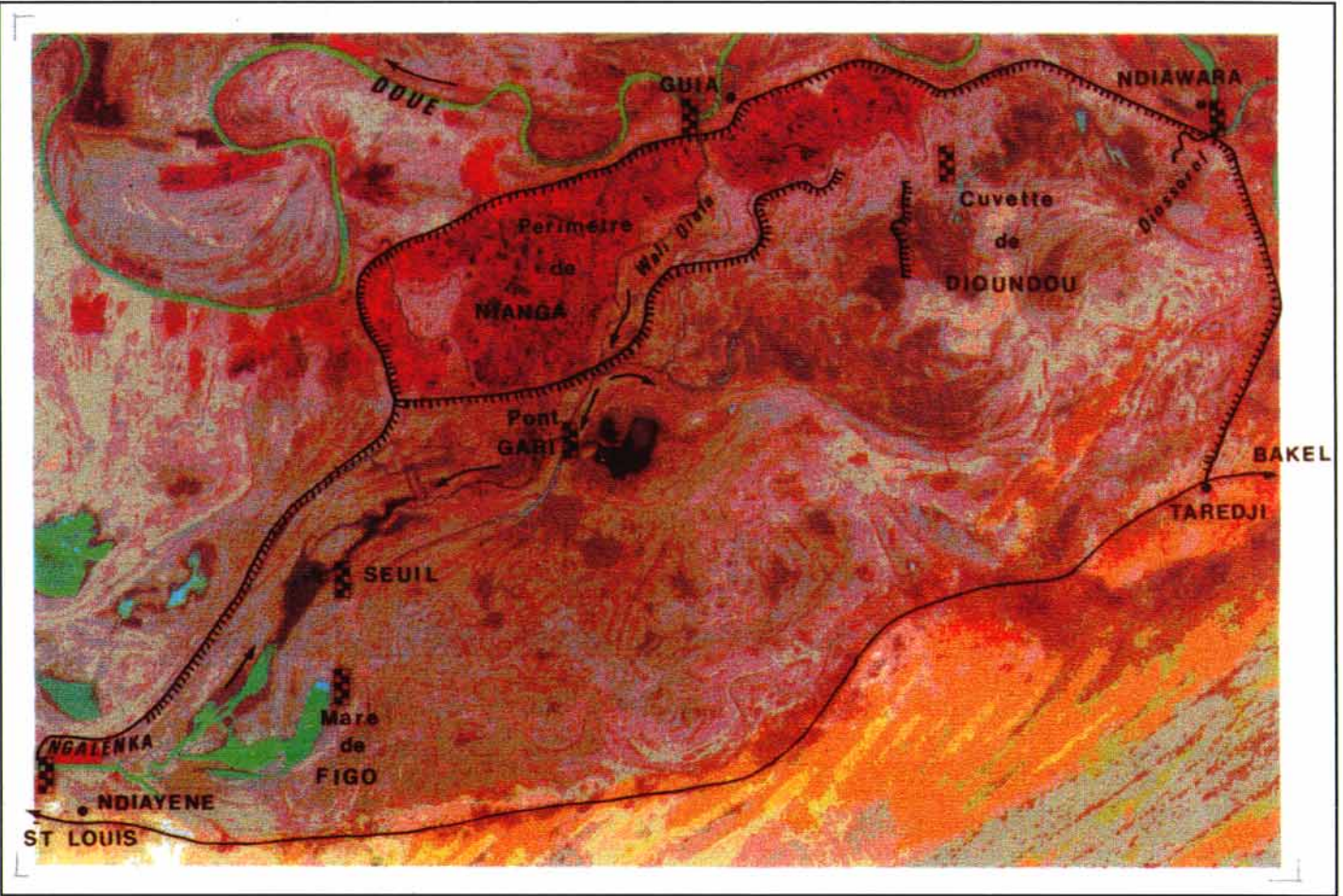
- l'apport de la télédétection dans l'actualisation des données cartographiques,
- les relations limnimétriques entre les stations de longue durée du lit mineur et les sites de diffluence vers la cuvette, qui permettent les simulations ultérieures,
- la détermination des courbes de remplissage et de vidange de la cuvette,
- leur utilisation en simulation en fonction des scénarios de gestion des barrages de Manantali et Diama.

Puis dans une dernière partie, nous traiterons des interactions entre les zones aménagées et naturelles de la cuvette à travers le devenir des eaux de drainage du périmètre irrigué de Nianga.

## APPORT DE LA TÉLÉDÉTECTION DANS L'ACTUALISATION DES DONNÉES CARTOGRAPHIQUES

La carte de la vallée au 1 : 50.000 commandée par la Mission d'Aménagement du Sénégal en 1959, est toujours d'actualité dans les zones non aménagées. L'équidistance des courbes est de 1 m avec des intercalaires à 0,50m. Cette carte sert à la délimitation des principales cuvettes d'inondation appelées "Unités Naturelles d'Equipement" par Chaumeny (1973), et à leur caractérisation hypsométrique. Des cartes à des échelles plus fines ont été établies notamment pour la cuvette de Nianga. Mais dans le contexte actuel de crues faibles, elles ne permettent pas de déterminer précisément la part de l'ancien réseau hydrographique dans le fonctionnement d'aujourd'hui. Du fait de la micro-rugosité des zones d'inondation, l'extrême précision altimétrique que nécessiterait la détermination des surfaces inondées en fonction de la cote du fleuve est inaccessible.

Une image satellitaire (par exemple, SPOT multispectrale, résolution 20 m) prise au moment de la crue permet de tracer le réseau hydrographique et des zones inondées. En effet, la faible pluviométrie dans la région de Podor (moyenne annuelle 1950-1980 : 288 mm) limite le couvert végétal. Le gradient radiométrique entre les surfaces exondées et en eau est d'autant plus marqué. La délimitation des zones inondées est donc très précise. Le 3 septembre 1991, une image SPOT centrée sur la cuvette de Nianga a été prise. Simultanément, à l'aide d'un système de positionnement par satellite (GPS) dont la précision est de l'ordre de 30 m, nous repérons sur le terrain les limi-



Composition colorée (cuvette de Nianga (3 octobre 1991)) :  
 les eaux de drainage du périmètre (rouge) apparaissent forcées  
 et se distinguent de celles de la crue, turquoise.

(Echelle approximative 1 : 65 250)

tes des surfaces inondées. On constate sur la figure 1 que les cercles, symboles des points d'observations de terrain, interceptent pratiquement toutes les surfaces en eau.

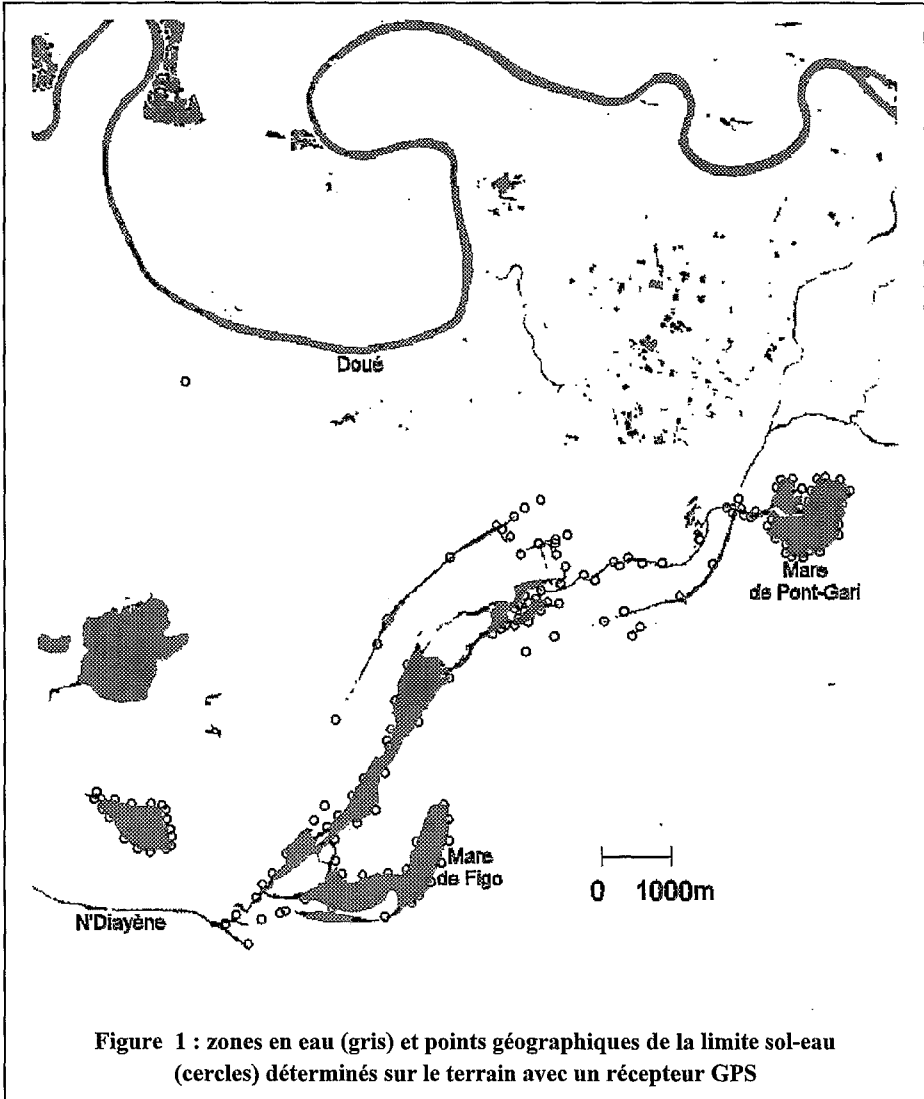


Figure 1 : zones en eau (gris) et points géographiques de la limite sol-eau (cercles) déterminés sur le terrain avec un récepteur GPS

Cette vérification établie, la composition colorée (Cf. planche hors-texte) nous sert d'illustration à la description du réseau hydrographique de la cuvette. La cuvette de forme ovale a une superficie de  $200 \text{ km}^2$  environ, elle est bordée au sud par la route nationale reliant St. Louis à Bakel le long des dunes du *jeeri*, et par une digue la protégeant du Doué sur les autres côtés. Sa partie nord est

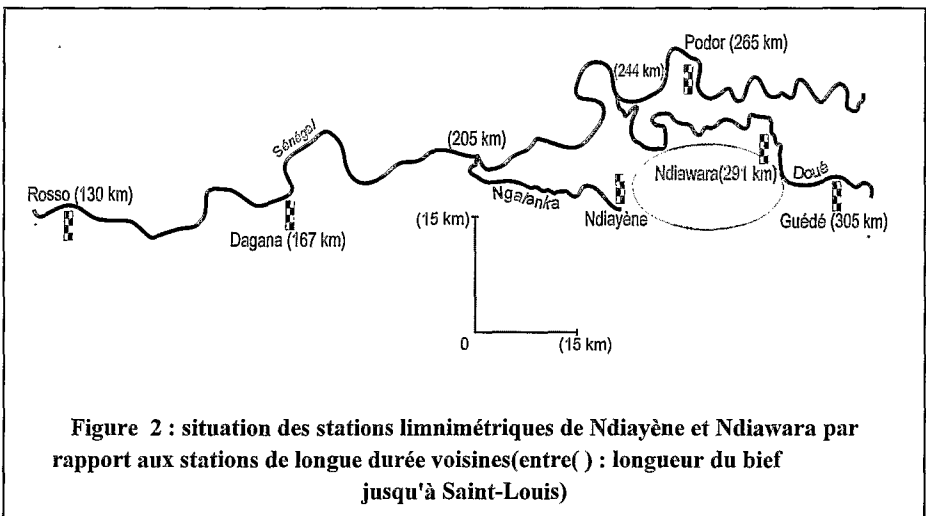


occupée par le périmètre rizicole de Nianga, lui-même séparé par une digue de la zone non encore aménagée. Les voies naturelles d'entrée d'eau dans la cuvette sont au nombre de deux : le pont-vanne de Ndiayène sur le Ngalanka au sud-est et deux buses munies de vannes sur le Diossorol, petit affluent du Doué à hauteur du village de Ndiawara à l'est de la cuvette. A proximité de Guia, une station de pompage sur le Doué alimente le périmètre. Les colatures du périmètre rejoignent le Wali Diala, ancien effluent du Doué, et maintenant drain principal du périmètre. Les eaux quittent gravitairement le périmètre par un ouvrage muni d'une vanne à clapet à proximité de Pont Gari. Elles s'écoulent alors vers l'est ou le sud à la rencontre des eaux provenant du Ngalanka. Sur la composition colorée, on discrimine facilement les eaux de drainage du périmètre, qui, moins turbides que les eaux de crue, absorbent plus la lumière. Dans la partie Est de la cuvette, une digue d'orientation nord-sud a été construite. Elle ferme la petite cuvette de Dioundou alimentée par le Diossorol. Cette digue, retenant l'eau, permet l'inondation de plus grandes surfaces pour les cultures de décrue. Un pertuis muni d'une vanne permet la vidange de cette cuvette vers l'ouest.

Un traitement numérique simple (Cf. composition colorée) a permis de dégager le réseau hydrographique fonctionnel et de déterminer la zone de contact des eaux provenant du périmètre de celles de la crue. Il ouvre la voie aux mesures sur le terrain.

### RELATION ENTRE LES SITES DE DIFFLUENCE ET LES STATIONS LIMNIMÉTRIQUES DE LONGUE DURÉE DU LIT MINEUR

Deux échelles limnimétriques ont été installées sur les sites d'entrée d'eau dans la cuvette à Ndiayène et à Ndiawara (Figure 2).



Guédé, station suivie depuis 1940 sur le Doué, est située à 14 km à l'amont de Ndiawara. La corrélation entre les hauteurs en centimètre IGN de Guédé et celles de Ndiawara est la suivante :

$$H_{\text{Ndiawara}} = 0,942 H_{\text{Guédé}} - 9,89 \quad (r^2=0,99) \quad (1)$$

Pour une hauteur de 400 cm IGN à Guédé, la dénivelée est de 33 cm (Figure 3). En première approximation, nous considérons qu'en crue, la pente de la ligne d'eau doit être peu influencée par le niveau dans la retenue de Diama du fait de son éloignement.

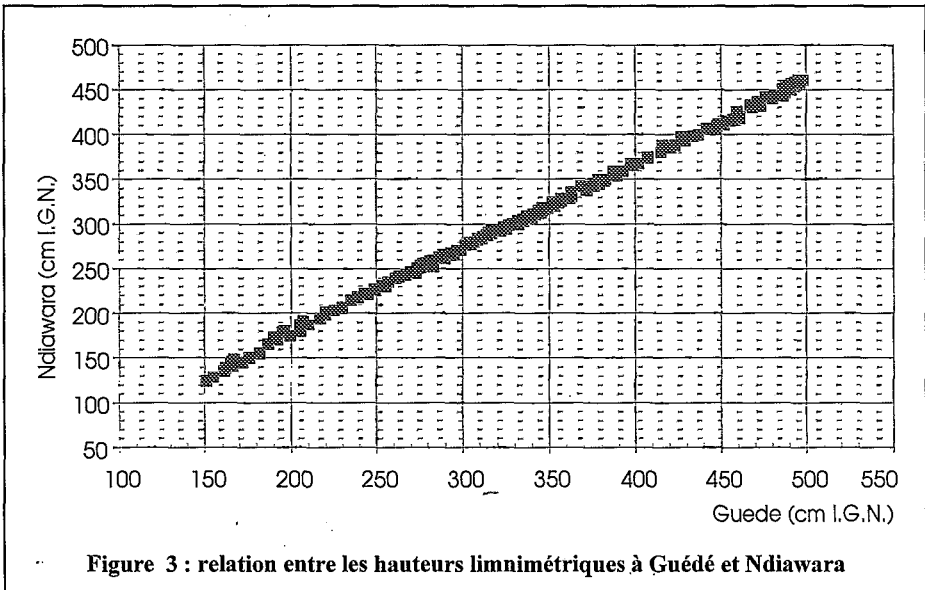


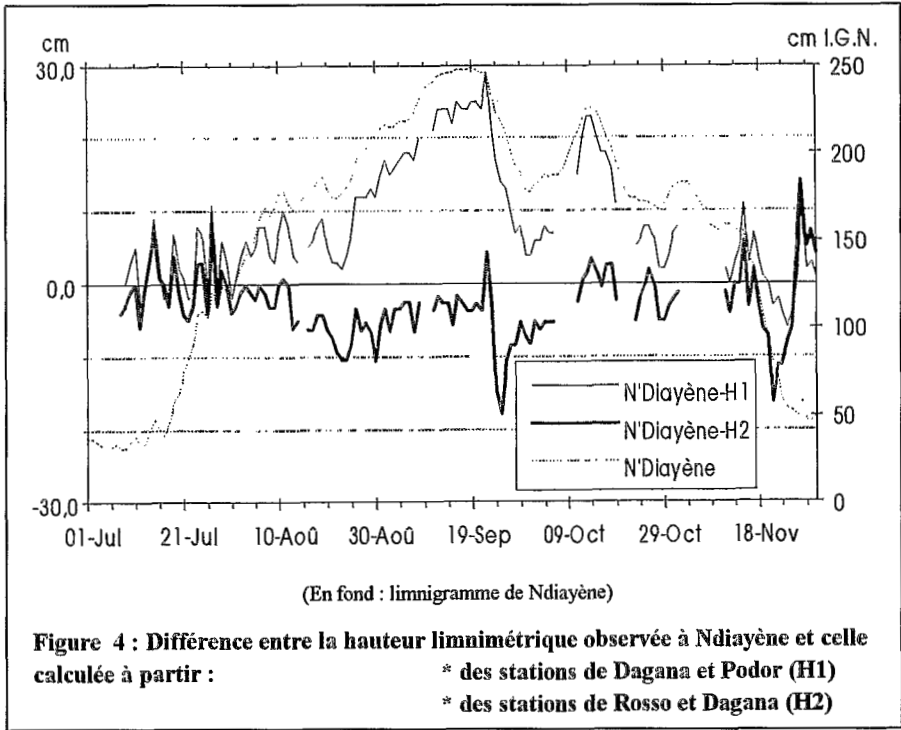
Figure 3 : relation entre les hauteurs limnimétriques à Guédé et Ndiawara

Sous l'hypothèse que le Ngalanka ne présente pas de seuil, le niveau d'eau à Ndiayène, lorsque le pont-vanne est fermé, est égal au niveau d'eau à l'effluence du Ngalanka. La hauteur à l'effluence peut se calculer linéairement par interpolation entre Dagana et Podor ou par extrapolation de la ligne d'eau Rosso-Dagana. Dans le premier cas, les hauteurs calculées sont surestimées en crue, alors que dans le second cas, il y a adéquation (figure 4). On peut en conclure que la ligne d'eau n'est pas linéaire entre Podor et Dagana, probablement du fait de la confluence du Sénégal et du Doué.

La hauteur à Ndiayène se déduit donc de celles de Dagana et Rosso par la formule :

$$H_{\text{Ndiayène}} = H_{\text{Dagana}} + 1,027 \times (H_{\text{Dagana}} - H_{\text{Rosso}})$$

Disposant des chroniques de longue durée aux stations principales du lit mineur, nous pourrions déduire les hauteurs aux sites d'entrée d'eau dans la cuvette.



## DÉTERMINATION D'UNE COURBE DE REMPLISSAGE D'UNE CUVETTE

L'étape suivante dans la connaissance d'une cuvette passe par la détermination de sa courbe de remplissage. L'équidistance des courbes altimétriques donnée par les cartes disponibles dans la vallée est insuffisante pour rendre compte des micro-reliefs et un nouveau relevé topographique précis est difficile à mettre en oeuvre et souvent très onéreux. L'importance de micro-seuils, pour de petites retenues, est telle qu'il est nécessaire de pouvoir distinguer une courbe de remplissage d'une courbe de vidange. Cette distinction n'est pas possible précisément à partir de l'interprétation d'images aériennes ou satellitaires. La simple connaissance des flux entrant et sortant du réservoir permet de lever cet obstacle.

### Méthode

Connaissant les volumes entrant et sortant de la dépression ainsi que les variations du niveau du plan d'eau, on peut déterminer la courbe de remplissage en appliquant l'équation de continuité, qui traduit le principe de conservation des volumes.

Entre deux instants  $t_1$  et  $t_2$ , l'équation de continuité appliquée à la dépression s'écrit :

$$W_2 - W_1 = [(Q_{e1} + Q_{e2})/2 - (Q_{s1} + Q_{s2})/2] * (t_2 - t_1) + [P - E * (t_2 - t_1)] * A + K * P * (S - A) \quad (2)$$

avec

$W_2 - W_1$	: variation du stock d'eau entre $t_1$ et $t_2$	$[L^3]$
$Q_{e1}$ et $Q_{e2}$	: débits entrants aux instants $t_1$ et $t_2$	$[L^3.T^{-1}]$
$Q_{s1} + Q_{s2}$	: débits sortants aux instants $t_1$ et $t_2$	$[L^3.T^{-1}]$
$P$	: précipitation entre $t_1$ et $t_2$	$[L]$
$E$	: pertes (évaporation, infiltration) par unité de surface et de temps	$[L.T^{-1}]$
$A$	: surface inondée,	$[L^2]$
$K$	: coefficient de ruissellement,	
$S$	: surface du bassin	$[L^2]$

Soit :

$h_2 - h_1$  : variation de la hauteur au centre de la cuvette entre  $t_1$  et  $t_2$

Si l'on suppose que pour de très petites variations de hauteurs, la surface reste constante,

$$W_2 - W_1 = A * (h_2 - h_1) \quad (3)$$

Par égalité de (2) et (3),

$$A = \{ [(Q_{e1} + Q_{e2})/2 - (Q_{s1} + Q_{s2})/2] * (t_2 - t_1) \} / [(h_2 - h_1) + E * (t_2 - t_1) - P + KP] \quad (4)$$

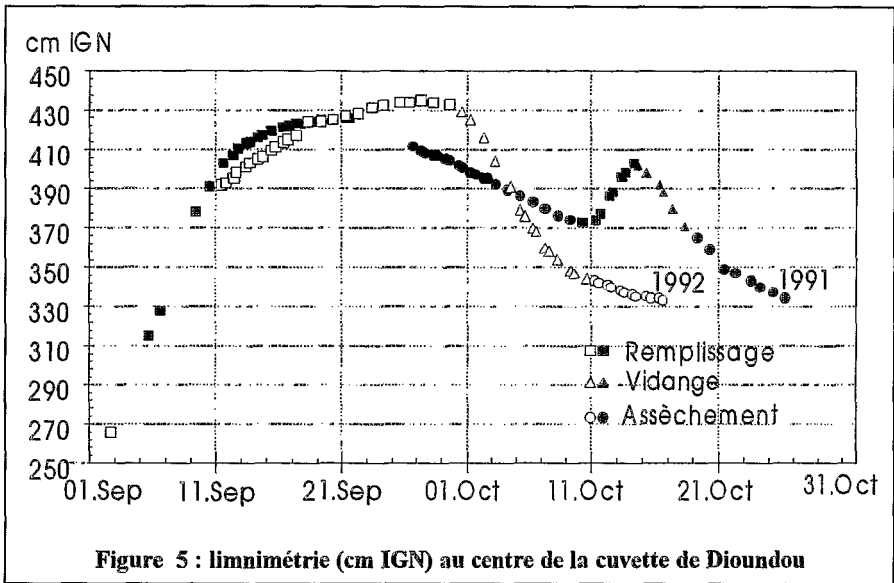
Pour l'application de la méthode, les données à acquérir sont donc :

- les divers flux d'eau à travers la dépression :
- les précipitations sur le plan d'eau,
- les débits entrant et sortant mesurés,
- les pertes globales par évapotranspiration et infiltration estimées par la baisse du plan d'eau en période de fermeture de la retenue.
- les variations altimétriques du plan d'eau.

Pour déterminer précisément les débits entrant et sortant du réservoir, nous recommandons d'effectuer des jaugeages plutôt que d'appliquer une formule d'hydraulique dont les conditions d'utilisation sont difficiles à cerner et à respecter. Enfin, la méthode ne s'applique qu'à de petits réservoirs pour lesquels le niveau du plan d'eau peut être assimilé à un plan horizontal facilement contrôlable par un seul limnimètre.

Application à la cuvette de Dioundou

En 1991 et 1992, la dépression de Dioundou (Cf. carte hors-texte) à l'est de la cuvette a fait l'objet d'un suivi hydrologique. Elle est limitée à l'aval par une petite digue munie d'une vanne à crémaillère obturant une buse en béton. Cette digue a pour fonction de rehausser le niveau d'eau à l'amont. Sa vanne est ouverte à la décrue afin d'inonder les terrains plus en aval. Le limnigramme obtenu en 1991 (Figure 5) au centre de la dépression montre deux phases de remplissage séparées par une période de vidange par évapotranspiration et infiltration. En 1992, la crue monomodale entraîne un seul remplissage. La vidange se fait par ouverture de la vanne aval.



Les volumes entrant dans la dépression sont mesurés à l'aval des buses munies d'une vanne de Ndiawara. 61 jaugeages sont effectués en 1991, 66 en 1992. Le volume total écoulé est de 1,291 millions de m<sup>3</sup> en 1992 contre 1,544 en 1991. Les précipitations moyennes sur la dépression sont de 133 mm en 1991 et 142 mm en 1992. Les volumes sortant de la dépression à travers la buse en charge se calculent par une formule d'hydraulique vérifiée par jaugeage.

L'équation de continuité s'applique entre deux jaugeages consécutifs. L'intervalle de temps atteignant parfois 12 heures ne permet pas de négliger les pertes. Celles-ci (évapotranspiration et infiltration confondues) sont estimées à 3 cm par jour d'après la phase de tarissement observée en 1991.

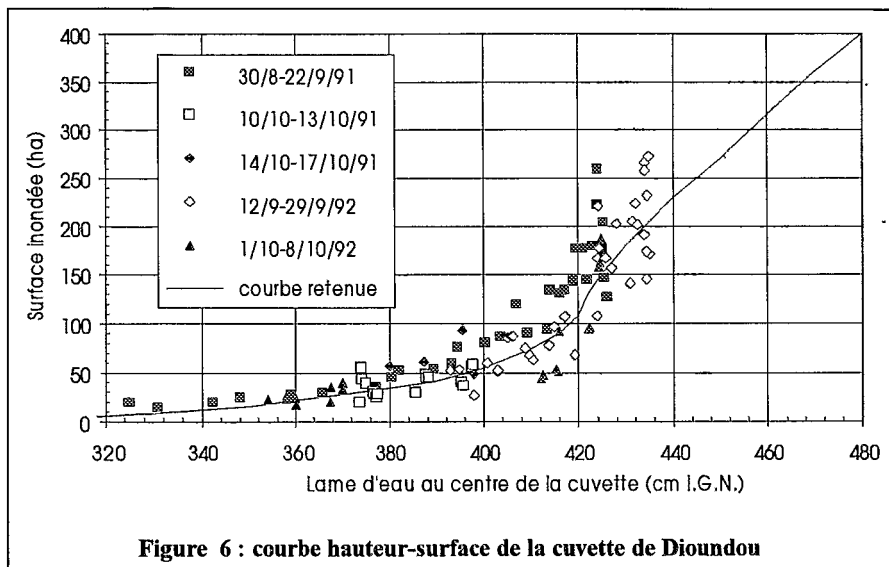


Figure 6 : courbe hauteur-surface de la cuvette de Dioundou

Hauteur (cm IGN)	Surface (ha)
240	0
300	2
340	12
350	15
360	22
370	28
380	35
390	42
400	55
410	74
416	90
420	108
422	130
424	145
430	180
440	230
450	270
460	315
470	360
480	400

Tableau 1 : courbe de remplissage de la cuvette de Dioundou

La figure 6 regroupe les courbes obtenues à partir des différentes phases de remplissage et vidange. Les surfaces inondées déterminées lors du premier remplissage en 1991 (30/8 - 22/9/91) paraissent surestimées. Par contre, les nuages de points des deux autres phases de remplissage se correspondent. Du fait de la présence de seuils, les volumes disponibles à la vidange sont inférieurs aux volumes stockés lors du remplissage.

Bien qu'il semble envisageable de distinguer une courbe de remplissage et une de vidange, nous avons préféré ne retenir qu'une courbe étant donné la dispersion. Cette courbe a été extrapolée jusqu'au point de coordonnées (4,80 m ; 400 ha), déterminé par planimétrie des courbes de niveau de la carte au 1 : 50.000 (Tableau 1).

La méthode a pu être validée sur l'image SPOT du 3 octobre 1991. L'étude des comptes numériques dans le canal 3 ( $790-890 \times 10^{-9}$  m, proche infra-rouge) montre que les surfaces en eau correspondent aux pixels de compte numérique inférieur à 96. Dans la zone de la cuvette de Dioundou, 1380 pixels (20 m de côté) répondent à ce critère. Ce qui représente une surface en eau de 55 ha (Séguis et Dubée, 1992). D'après la courbe hau-

teur-surface retenue de la figure 5, le plan d'eau à une altitude de 4,03 m IGN le 3 octobre, ennoyait une surface de 61 ha. Il aurait été intéressant de valider la partie supérieure de la courbe par une autre image mais au coût financier de la vue s'ajoutent les contraintes techniques de programmation du satellite : la période de scrutation est au minimum d'une semaine et doit être fixée au moins 21 jours à l'avance.

## SIMULATION DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE D'UNE CUVETTE, EXEMPLE DE LA CUVETTE DE DIOUNDOU

L'objectif est de déterminer les fluctuations du plan d'eau connaissant les hauteurs du fleuve au droit de la prise du Diossorol et les précipitations sur la dépression. Au pas de temps journalier, les différentes étapes du calcul sont successivement :

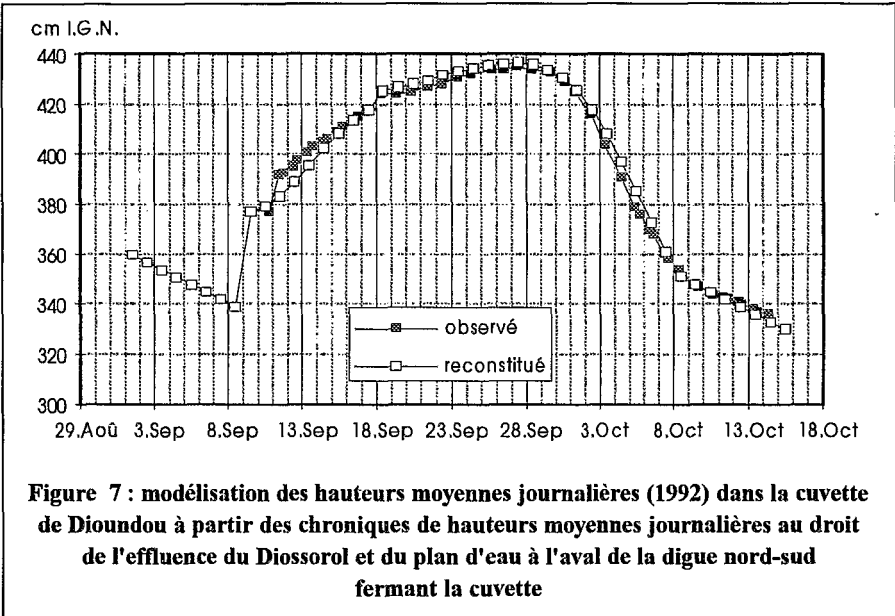
- a) Calcul du volume apporté par précipitation, directement sur le plan d'eau ou indirectement par ruissellement sur son bassin versant. On suppose qu'il y a un ruissellement généralisé susceptible d'atteindre le plan d'eau lorsque la précipitation dépasse 10 mm. La valeur du coefficient de ruissellement déterminée sur les années 1991-92 est égale à 6,5% (Séguis, 1994).
- b) Calcul de la cote de l'eau dans la cuvette suite à l'éventuel apport par précipitation.
- c) Soustraction des pertes par évaporation et infiltration. Le lendemain d'un jour pluvieux, on limite les pertes à l'infiltration (2cm/jour) (Séguis, 1994).
- d) Calcul de la cote dans la cuvette en fonction des volumes entrant par le Diossorol à Ndiawara et sortant par la vanne de la digue nord-sud. Le volume entré se déduit du débit moyen à Ndiawara  $Q_e$ , entre les jours (j-1) et j.

$$Q_e = (Q_{e(j-1)} + Q_{e(j)}) / 2$$

Le débit entrant le jour (j) est inconnu car il fait intervenir la hauteur du plan d'eau le jour (j) qui est à déterminer. Il est calculé par itérations.

Tout en sachant que les deux années de mesure ont servi à établir la courbe de remplissage de la cuvette et que par conséquent nous nous exposons à la critique d'avoir choisi comme période de validation la période de calibration, nous présentons dans la figure 7 les hauteurs journalières dans la cuvette reconstituées selon l'algorithme précédent.

Le modèle mis au point permet donc de simuler le remplissage de la cuvette à partir de la chronique de précipitation journalière à Podor et de la chronique de cotes journalières à la station de Guédé. Les cotes au droit de l'effluence du Diossorol sur le Doué sont déduites des cotes à Guédé par la relation (1).



Au moyen des logiciels SIMULSEN (Bader, 1991) et COREDIAM (Bader, 1992), nous avons reconstitué une chronique journalière de hauteurs au droit de l'effluence, sur la période 1950-1989 pour des scénarios de gestion moyens des deux barrages (Manantali et Diama). Les règles de gestion retenues dans ce calcul pour le barrage réservoir de Manantali, sont par ordre de priorité décroissante :

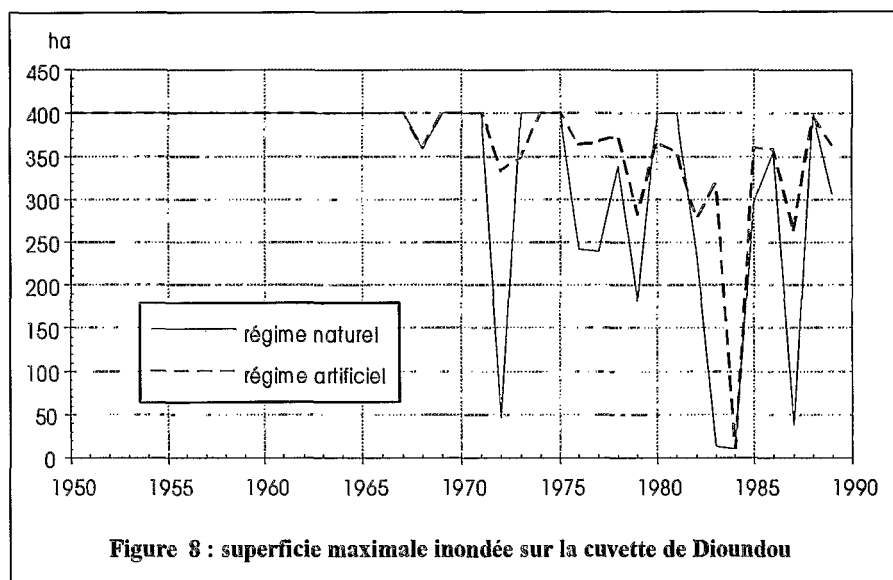
- le laminage des crues du Bafing à  $1.500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  à la sortie du barrage et du Sénégal à  $4.500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  au niveau de Bakel,
- la satisfaction des besoins en eau pour la culture irriguée de 100 000 hectares dans la vallée,
- la satisfaction d'une demande de production électrique pour une puissance constante demandée de 80 mégawatts
- le soutien d'une crue artificielle d'un débit maximum de  $2.500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  pendant 6 jours à Bakel, à l'entrée de la moyenne vallée.

Au barrage de Diama, la cote est supposée maintenue constante à 1,50 m IGN.

Pour simuler le remplissage de la cuvette de Dioundou, la courbe d'étalonnage de l'effluence a été extrapolée. La limite supérieure de la courbe de remplissage de la cuvette est fixée à 4,80 m IGN (soit 400 ha), altitude au-dessus de laquelle, la digue fermant la cuvette à l'aval serait submergée. Le pertuis de Ndiawara est considéré fermé si le niveau du Doué devient inférieur à celui du plan d'eau dans la cuvette. De la chronique simulée des superficies journalières inondées, les superficies maximales annuelles inondées ont été extraites.



La figure 8 présente les superficies maximales inondées de la cuvette entre 1950 et 1989 à partir de la chronique observée à Guédé (régime naturel) ou de celle déduite du scénario de gestion choisie (régime régularisé). On constate que la cuvette est remplie pratiquement chaque année jusqu'en 1970, que le régime soit naturel ou artificiel. Depuis 1970, la simulation montre que le régime artificiel permet un meilleur remplissage de la cuvette que le régime naturel.



Bien que le soutien d'une crue artificielle arrive en quatrième position dans le scénario de gestion retenu, la crue produite est suffisamment importante pour sécuriser le remplissage de la cuvette. De plus, à crue égale à Bakel, la cote au droit de l'effluence du Diossorol est rehaussée du fait de l'influence du niveau élevé de la retenue de Diama. Sans vouloir généraliser à l'ensemble de la vallée, les futures règles de gestion des deux barrages permettront de limiter le nombre d'années déficitaires.

### UN CAS DE FIGURE D'INTERACTION ENTRE UN PÉRIMÈTRE IRRIGUÉ ET SON ENVIRONNEMENT NATUREL : LE SYSTÈME HYDROGRAPHIQUE WALI DIALA-NGALANKA

Le système hydrographique Wali Diala-Ngalanka dans la partie occidentale de la cuvette est plus complexe que celui du Diossorol (Cf. planche hors-texte). Les entrées d'eau sont doubles. Une vanne à clapet sur la digue sud du périmètre obture le Wali Diala et permet la vidange du périmètre dans le milieu naturel. Au sud, le Ngalanka est barré par le pont-vanne de Ndiayène. En 1991 et 1992, nous avons étalonné ces ouvrages dans la perspective

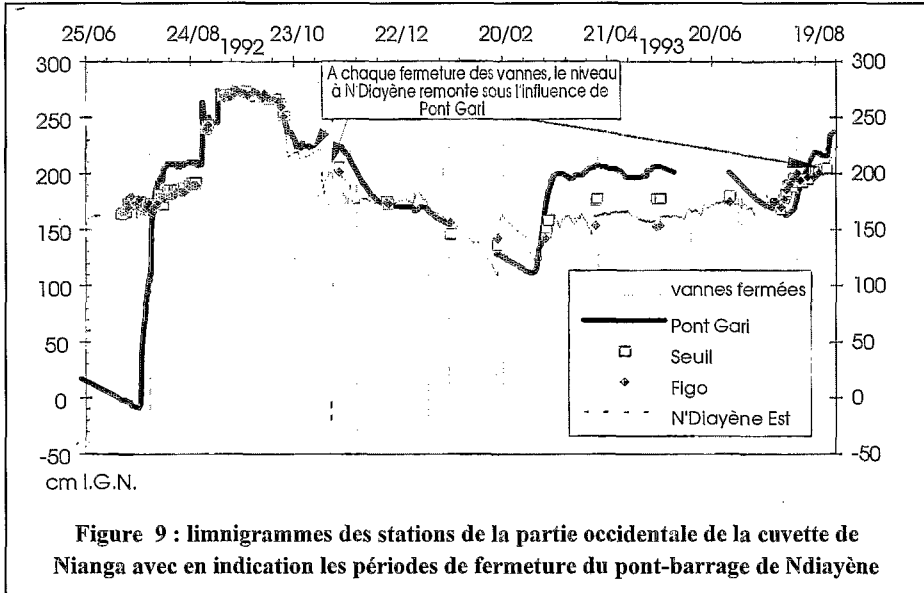
d'établir un modèle similaire à celui qu'on a appliqué à la cuvette de Dioundou. Des difficultés sont apparues dans l'interprétation des cotes limnimétriques des différentes stations (seuil, Pont Gari, Figo, Ndiayène). Toutes les échelles (*Cf.* planche hors-texte) ont été rattachées en 1992 à celle de Ndiayène par comparaison des hauteurs lues aux plus hautes eaux lorsque le niveau est étale. Le cubage des volumes d'eau entrés dans la cuvette à Ndiayène est quasiment impossible à évaluer en 1991 et 1992 car les vannes étaient manoeuvrées en fonction de multiples objectifs contradictoires : libre-passage des pirogues, rétention d'eau à l'intérieur de la cuvette pour permettre l'alimentation des motopompes sur radeau flottant, vidange de l'eau afin de cultiver en décrue *etc.* Une gestion plus rigoureuse des vannes (maintien d'un niveau élevé dans le Ngalanka à l'intérieur de la cuvette) nous a permis d'identifier la cote (déterminée à Pont Gari) de déversement du Wali Diala dans le Ngalanka.

### Détermination du schéma de circulation des eaux

Le graphique 9 présente les limnigrammes des stations. Les fluctuations du Wali Diala à Pont-Gari correspondent aux phases de mise en eau du périmètre de Nianga, le 14 juillet 1992 pour l'hivernage, vers le 5 mars 1993 pour le riz de contre-saison et le 30 juillet pour l'hivernage 1993. On vérifie que les niveaux d'eau entre le Ngalanka à Ndiayène et le Wali Diala à Pont Gari sont égaux pour des hauteurs supérieures à 2,40 m IGN. Le seuil soupçonné en 1991 (Séguis et Dubée, 1992) doit être complètement noyé. Il doit se situer légèrement au nord de la station appelée "Seuil". Entre 2,45 et 1,80 m environ, lorsque que le niveau du Wali Diala à Pont Gari est supérieur à celui du Ngalanka à Ndiayène Est, il y a alimentation du Ngalanka par les colatures du périmètre. Ce soutien du Ngalanka a été observé sur les périodes suivantes :

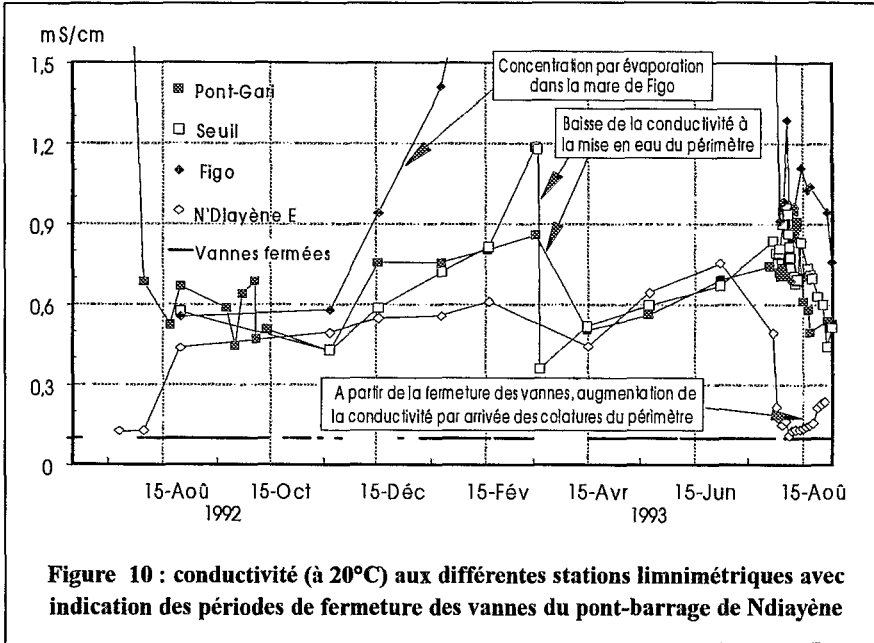
- Du 15 octobre au 20 novembre 1992, le niveau du Ngalanka à Ndiayène Ouest (côté extérieur à la cuvette) est inférieur au niveau de Ndiayène Est (intérieur cuvette). A chaque ouverture des vannes du pont barrage de Ndiayène, le niveau à Ndiayène Est s'abaisse brutalement. Dès que les vannes sont refermées, le niveau à Ndiayène Est remonte et tend à rejoindre celui de Pont Gari.
- Du 15 avril au 4 juin 1993, les vannes sont fermées et on n'observe pas de baisse de niveau à Ndiayène Est malgré une évaporation de l'ordre de 10 mm par jour. Il y a probablement un apport d'eau provenant du périmètre de Nianga. La cote de la station "seuil" intermédiaire entre celles de Pont Gari et Ndiayène confirme l'écoulement de Pont-Gari vers Ndiayène.
- A partir du 8 août 1993, les vannes sont fermées et le niveau du Ngalanka à Ndiayène Est monte jusqu'à la fin des observations, le 31 août.

La figure 9 permet aussi de vérifier que la mare de Figo est directement alimentée par le Ngalanka à Ndiayène, les niveaux étant toujours voisins pour des hauteurs supérieures à 1,70 m IGN.



La salinité des eaux de drainage circulant dans le Wali Diala est plus forte que celle des eaux du Ngalanka. Elle peut être utilisée comme traceur. La figure 10 présente l'évolution de la conductivité (mesurée en laboratoire après prélèvement) aux différentes stations.

A chaque période de fonctionnement du périmètre, le transfert des eaux de colatures vers Ndiayène est décelable dans les conductivités si les vannes sur le Ngalanka sont fermées. En même temps que la montée des eaux, on observe une augmentation de la conductivité (par exemple, du 15 avril au 4 juin 1993 et du 8 au 31 août 1993). Pendant les périodes d'arrêt du périmètre, les stocks d'eau piégés par les seuils diminuent par évaporation. Il y a augmentation des conductivités par concentration. En 1992, il n'y avait pas eu de cultures de saison sèche. L'évaporation détermine la diminution de la cote à Pont Gari jusqu'au 14 juillet 1992. La conductivité a atteint 4 mS/cm. Pendant l'arrêt du périmètre du 23 novembre 1992 au 14 mars 1993, la salinité augmente aux stations de Pont Gari et Seuil jusqu'à dépasser 1 mS/cm au Seuil. Dans les jours suivants, la mise en eau du périmètre provoque une dilution et la conductivité tombe à 0,36 mS/cm le 18 mars au Seuil. La mare de Figo a été coupée du Ngalanka pendant 7 mois environ (cote inférieure à 1,70 m), la conductivité par évaporation pratiquement totale de la mare a atteint 2 à 3 mS/cm.



Ces premiers résultats au demeurant très qualitatifs établis par une analyse fine des niveaux limnimétriques et des conductivités nous ont permis de situer les seuils et les règles des mouvements d'eau dans la partie occidentale de la cuvette. Ils nous ont amenés à quantifier la masse de sels exportée du périmètre soit à établir un bilan hydro-salin du périmètre en 1992 et 1993.

### Bilan hydro-salin du périmètre de Nianga

Les volumes d'eau pompés à la station de Guia sont déterminés par la SAED (société d'aménagement, encadrant le périmètre). Les volumes des colatures du périmètre sont établis par jaugeage à l'ouvrage de vidange du périmètre au nord de Pont-Gari sur le Wali-Diala. Cet ouvrage est muni d'une vanne à crémaillère laissée en position haute et d'un clapet empêchant l'éventuelle arrivée d'eau dans le périmètre. Des prélèvements réguliers permettent la mesure des conductivités en laboratoire. La relation entre la minéralisation totale de l'eau et la conductivité a été établie pour une conductivité comprise entre 40  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 1  $\text{mS}/\text{cm}$ . Elle est la suivante :

$$\text{Salinité (mg/l)} = 531,76 * \text{Conductivité (mS/cm à 25 °C)} + 13,53$$

$$(r^2=0,83 ; 28 \text{ valeurs})$$

La conductivité du Doué durant l'hivernage est d'environ 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La figure 11 présente pour le début de la campagne d'hivernage 1993 l'hydrogramme de vidange et les conductivités afférentes. Les variations importantes des débits ne sont pas encore analysées vu l'actualité de ces données. On constate que,

quelles que soient ces fluctuations, la conductivité reste relativement constante autour de 450  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

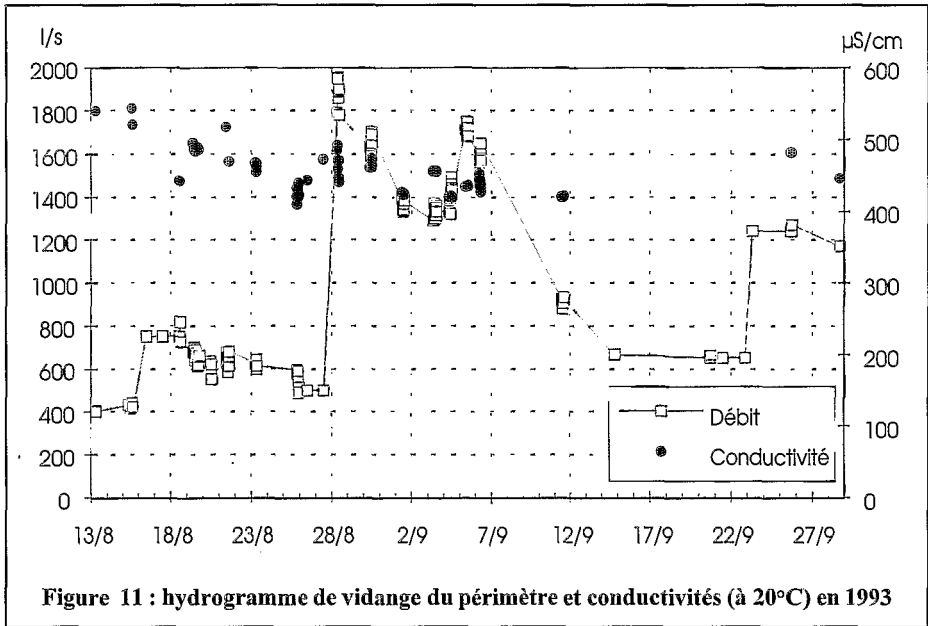


Figure 11 : hydrogramme de vidange du périmètre et conductivités (à 20°C) en 1993

Les termes des bilans sur les deux années sont donnés dans le tableau 2. Le bilan n'est établi que sur les périodes où les débits de vidange sont connus.

Période	Volume pompé (milliers de m <sup>3</sup> )	Sels importés (tonnes)	Volume vidangé (milliers de m <sup>3</sup> )	Sels exportés (tonnes)
11/8 au 31/08/1992	15184	690	5849	2227
19/9 au 19/11/1992				
13/8 au 28/09/1993	7348	334	3868	1086

Tableau 2 : bilan hydro-salin du périmètre de Nianga

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

- Le pompage moyen sur les deux années est d'environ  $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  pour une vidange moyenne de  $0,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . La vidange constituée des trop-pleins des canaux d'irrigation, des colatures des parcelles et du drainage de la nappe, représente 50% des apports.
- La consommation en eau du périmètre pour une superficie d'environ 1.000 ha est de 9,5 mm/jour/ha.

- Le bilan salin du périmètre est négatif, -1537 t en 1992 et -752 t en 1993. Rapportée à une période de 90 j (durée d'un cycle rizicole) et à un hectare, la masse de sels extraite du périmètre est de 1,6 t/ha en 1992 et de 1,4 t/ha en 1993.

Ces données établies à l'échelle du périmètre sont à confronter avec les résultats préliminaires d'un bilan hydro-salin d'une parcelle rizicole de 1 ha (Salviagnol, 1993).

Les pertes dans la parcelle sont de 15 mm/jour dont 7 mm d'évapotranspiration réelle du riz. Ceci est conforme aux pertes évaluées à l'échelle du périmètre. L'infiltration ayant été déterminée nulle après les premiers jours de mise en eau, les pertes restantes (8 mm) doivent être localisées à la bordure de la parcelle longeant le drain.

La masse de sel exportée de la parcelle par les colatures au cours des vidanges successives d'un cycle rizicole serait de 221 kg/ha, chiffre très inférieur à celui calculé sur l'ensemble du périmètre. La salinité exportée du périmètre semble résulter d'un drainage des nappes salées (reliques des anciennes transgressions marines du quaternaire) et non d'un lessivage de la tranche de sol cultivé.

## CONCLUSION

La première partie de cet article a montré les possibilités d'étude d'une zone du lit majeur encore soumise à l'inondation. Il est possible en quelques mois et à faible coût de déterminer le fonctionnement hydrologique d'une dépression. Le réseau hydrographique en activité est reconnaissable précisément par photo-interprétation d'images satellitaires (de résolution comparable à celle de SPOT, 20 m). Un important fond d'image existe maintenant sur la vallée, ce qui évite la programmation onéreuse d'un satellite. Les travaux de terrain consistent ensuite en une campagne débimétrique fonction de la durée du débordement du lit mineur (au plus, un mois). A la fin de la campagne, les termes du bilan hydrologique sont connus et permettent l'établissement de la courbe de remplissage. Divers scénarios de gestion peuvent être alors testés. Dans le cas spécifique de la cuvette de Dioundou, une gestion des barrages du fleuve Sénégal selon une hypothèse où la crue artificielle n'est pourtant pas l'objectif prioritaire permet cependant une alimentation assurée de la cuvette.

La seconde partie de l'article se focalise d'avantage sur les relations entre le milieu naturel et le milieu aménagé. L'étude fine de la conductivité et des niveaux limnimétriques dans la partie occidentale de la cuvette révèle la présence de seuils et le transfert des colatures du périmètre de Nianga vers le Ngalanka. La gestion actuelle du pont-barrage de Ndiayène, souhaitée par les détenteurs de petits périmètres vise à maintenir au plus haut la cote du Ngalanka à l'intérieur de la cuvette. Les eaux chargées s'accumulent dans les dépressions ou sont reprises pour l'irrigation. Le bilan hydro-salin du périmètre

montre que la moitié de l'eau pompée retourne au milieu naturel et que la salure acquise provient non pas des parcelles cultivées mais probablement des nappes originellement salées. Cet état de fait soulève les questions suivantes :

- Ne peut-on pas diminuer les volumes pompés sans pour autant porter préjudice au fonctionnement hydraulique des canaux d'irrigation ?
- Par l'achèvement de la digue mauritanienne, la retenue de Diama est maintenue pratiquement toute l'année au dessus de 1,50 m IGN Ne peut-on pas laisser le barrage de Ndiayène ouvert ?
- Enfin, après avoir recalibré le Wali Diala à l'amont de la station "Seuil", ne pourrait-on pas établir une circulation d'eau du Doué à Guia vers le Ngalanka en phase ascendante de la crue ? Cette chasse annuelle dessalerait le Wali Diala et le Ngalanka à l'amont de Ndiayène.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

□ Albergel, J., Bader, J.-C., Lamagat, J. - P. et Séguis, L., 1993 : Crues et sécheresses sur un grand fleuve tropical de l'Ouest africain, application à la crue du fleuve Sénégal. *Sécheresse*, vol. 4, n°3, p 143-151.

□ Bader (J.-C.), 1991 : SIMULSEN : Logiciel de simulation de gestion de la retenue de Manantali au pas de temps journalier. *Notice d'utilisation ORSTOM, OMVS, Dakar*, 19 p. plus annexes.

□ Bader (J.-C.), 1992 : Calcul de la courbe de remous du barrage de Diama. Logiciel COREDIAM. *ORSTOM OMVS., Dakar*, 14 p. plus annexes.

□ Chaumeny, J., 1973 : Étude sur les unités naturelles d'équipement. *OMVS St. Louis, Sénégal*, 41 p.

□ Rochette, C., 1974 : Le bassin du fleuve Sénégal. *Monographies hydrologiques ORSTOM, édit. ORSTOM Paris*, 325 p. plus annexes.

□ Salvignol, C., 1993 : Gestion de l'eau en riziculture irriguée dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Essai de bilan hydrique et salin. *Mémoire de fin d'études, École Supérieure d'Ingénieurs et de Techniciens pour l'Agriculture, France*, 34 p. plus annexes.

□ Séguis, L. et Dubée, G., 1992 : Cuvette de Nianga, hivernage 1991, rapport hydrologique. *ORSTOM Dakar*, 42 p. plus annexes.

□ Séguis, L., 1994 : Campagne hydrologique 1992 dans la cuvette de Nianga. *ORSTOM, Dakar*, à paraître.

□ SOGREA, 1970 : Modèle mathématique de la vallée du Sénégal. *Rapport sur le réglage du modèle Grenoble. France*, 94 p plus annexes.

□ □ □

# Les sols argileux de la région de Nianga- Podor : répartition, caractéristiques, aptitudes et risques de dégradation sous irrigation

□ □ □

P. Boivin\*, D. Brunet\*, C. Gascuel-Odoux\*\*,  
P. Zante\*\*\* et J.P. Ndiaye\*\*\*\*

\* Pédologue, ORSTOM, BP 1386 Dakar

\*\* Pédologue, INRA, 65 route de St Brieuc, 35042 Rennes

\*\*\* Pédologue, ORSTOM, 70-74 route d'Aulnay, 93143 Bondy cedex

\*\*\*\* Pédologue, ISRA, BP 240 Saint Louis, Sénégal.

On a coutume, s'agissant de l'irrigation dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, de considérer que la riziculture se fait et se fera sur sols argileux, et que les autres sols, considérés par opposition comme "légers" et "filtrants", seront le support d'autres cultures. En particulier, on se propose d'y introduire des cultures de diversification. La connaissance du profil textural des sols de la moyenne vallée est donc de première importance. Il se trouve que l'on ne dispose, pour l'évaluer, que d'une cartographie au 1/50.000<sup>ème</sup> (FAO/SEDAGRI, 1973).

Il en est de même pour les autres propriétés des sols : elles n'ont pas été inventoriées à une échelle suffisamment détaillée pour être exploitables au niveau des périmètres irrigués, dont la superficie est en règle générale nettement inférieure à 1.000 ha (voir par exemple l'article introductif de Lericollais et Sarr dans cet ouvrage).

Partant de ce constat, des études ont été menées par le laboratoire de Pédologie de l'ORSTOM au Sénégal, afin de fournir aux décideurs une information détaillée, à l'échelle des aménagements, sur la répartition des sols argileux, leurs caractéristiques, et les risques de dégradation liés à leur mise en valeur par irrigation.

Cet article livre un premier niveau de résultats, et vise plus particulièrement à discuter un certain nombre d'idées reçues concernant les sols argileux de la moyenne vallée du fleuve et leur mise en valeur. Nous discuterons principalement les acceptions selon lesquelles :



- l'eau du fleuve serait d'excellente qualité et ne ferait encourir aucun risque de dégradation aux sols ;
- les sols argileux se situeraient dans les fonds de cuvettes, les autres unités morphologiques comportant des sols "légers" et "filtrants" ;
- les problèmes de salinité seraient sporadiques en amont de Richard-Toll, et ne constitueraient pas un facteur de dégradation sérieux dans la moyenne vallée.

## MISE EN PLACE DES MATÉRIAUX ET ORGANISATION DU MILIEU

On trouvera une description de la géologie régionale dans la thèse de P. Michel (1973). La carte morpho-pédologique de la vallée (FAO-SEDAGRI, 1973) s'appuie sur ces travaux. Les sédiments alluviaux sur lesquels se développent les sols de la moyenne vallée sont tous dus à l'histoire géologique récente. Leur mise en place peut se résumer comme suit :

Antérieurement à la grande transgression du Nouakchottien (5.500 BP), le fleuve circulait entre de grands cordons dunaires développés en conditions arides. Les plus spectaculaires sont les alignement de dunes rouges rubéfiées de l'époque ogolienne, bien visibles depuis la route Saint-Louis Matam, à partir de Tille-Boubakar (se reporter aux cartes de situation en tête d'ouvrage).

La transgression du Nouakchottien a vu le golfe marin envahir la vallée jusqu'à Boghé. Durant cette période marine, une importante terrasse de sables fins s'est mise en place dans la vallée alluviale. Ce sont les sables du Nouakchottien, que l'on rencontre vers 1m de profondeur dans toute la moyenne vallée aval.

L'estuaire a accompagné la mer dans son recul jusqu'à la position actuelle (de 2.500 BP à nos jours). Des mangroves à *Rhizophora* se sont développées dans des conditions fluvio-marines, puis des sédiments fluviaux se sont déposés. Très schématiquement, ils sont de deux catégories :

- les cuvettes de décantation, correspondant à des sédiments argileux à argiles gonflantes dominantes ;
- les levées fluviales (bourrelets de berges) à texture argilo-sablo-limoneuse, actuelles ou plus anciennes, et leurs formations "associées" : les deltas de rupture des levées, composés des mêmes matériaux.

Une troisième catégorie est mentionnée par P. Michel, sans être très bien définie : les "petites levées", qui seraient des figures de remaniement des levées. Ces petites levées occupent une part importante de la surface cartographiée par FAO-SEDAGRI. Non définies texturalement dans la légende, elles

sont généralement interprétées comme étant des unités composées de matériaux à texture "légère" (sableuse).

Plusieurs aspects de la mise en place de ces sédiments récents déterminent les caractéristiques majeures des sols et leur comportement sous culture :

- i) Les dépôts de sédiments superficiels contiennent des proportions variables, parfois très importantes, d'argiles gonflantes.
- ii) Ces sédiments ne sont pas très épais en général et reposent sur une couche de sables du Nouakchottien de quelques mètres d'épaisseur.
- iii) Leur mise en place a été précédée d'une phase fluvio-marine et des sels marins ont été piégés dans les sédiments lorsque la mer s'est retirée. Une mangrove à *Rhizophora* s'est développée dans l'ensemble de la région. lors du recul de l'estuaire. Des sols sulfatés acides se sont formés, ils sont maintenant très évolués et enfouis sous les sédiments récents.

## ARGILE, SOLS ARGILEUX, SOLS VERTIQUES

Les sédiments sur lesquels se forment les sols de la moyenne vallée se sont déposés récemment (5000 BP à nos jours). Ils se composent d'un mélange en proportions variables d'argile, de limons et de sables. La fraction des sables grossiers est négligeable ; celle des limons fins est peu variable. Il y a donc surtout, en complément de la fraction argileuse, une fraction composée de sables fins et limons grossiers, se rapprochant beaucoup de la granulométrie des sables du Nouakchottien dont une partie a pu être remobilisée.

Les argiles sont composées de 60% de minéraux gonflants, essentiellement des smectites et des interstratifiés, de 30% de kaolinite, 5% d'illite et 5% de chlorite. Il semble que cette répartition soit à peu près constante, bien que le taux d'argile lui même varie dans le paysage.

Les notions de "sol argileux" et de "sol lourd" sont à employer avec précaution. Si la première peut correspondre à un seuil précis de teneur en argile, qui dépend toutefois de la nomenclature utilisée (Verheyne et Ameryckx, 1984), elle est souvent employée, comme la deuxième, avec un sens plus large. On fait alors référence à un sol à fraction argileuse dominante, de perméabilité faible, difficilement travaillable, et ayant tendance à développer une hydro-morphie. Nous verrons que ce comportement est celui de beaucoup de sols de la vallée, bien que leur fraction argileuse puisse varier dans des proportions importantes.

On appelle sols vertiques des sols à argiles gonflantes, présentant macroscopiquement une morphologie particulière liée aux phénomènes de gonflement et de retrait qui se produisent lorsque leur teneur en eau varie. On note en particulier l'apparition de larges fentes de retrait, de faces de glissement et de cisaillement entre les agrégats, et dans le cas de certains vertisols, l'apparition

d'un modelé très particulier, formé d'une succession de bosses, appelé gilgaï. On trouvera une description détaillée de ces sols dans Wilding et Puentes (1988). Nous ferons ici référence au caractère vertique dans le sens défini par le Référentiel Pédologique Français (AFES-INRA, 1992).

## RÉPARTITION DES SOLS ARGILEUX

En se conformant à la nomenclature du GEPPA citée par Baize (1989), nous situons la limite des sols argileux aux alentours de 40% de teneur en argile. La carte FAO-SEDAGRI - seul document général disponible - propose une zonation du milieu sur la base de considérations morpho-pédologiques. La plupart des unités sont déterminées par photo-interprétation, et correspondent aux unités morphologiques du paysage telles que les avait définies P. Michel (1973). Cette conception associe implicitement un profil textural type à chaque unité géomorphologique. Ces différentes formations ont été échantillonnées (plus de 300 fosses), et leur granulométrie analysée. Nous en avons dégagé les observations suivantes :

- les faibles teneurs en argile (moins de 17%) sont rares. Elles correspondent à de minces bandes de sols, principalement des bourrelôts de berge. On peut généralement s'attendre à trouver près de 30% d'argile dans les hautes levées. Ces sols sont le plus souvent mal structurés, souvent sodisés ou magnésiens, et donc instables, peu perméables et hydromorphes (ces différents points ont été mis en évidence par Maynard (1958) dans le casier de Guédé, ses conclusions sont généralisables à la région) ;
- la transition entre bourrelôts de berge et cuvettes, si l'on excepte les deltas de rupture, semble progressive et mal corrélée à la topographie, au point de vue granulométrique : on rencontre rarement une limite nette entre un dépôt argileux et un dépôt limono-argilo-sableux, la transition progressive est difficile à localiser au vu de la topographie et des états de surface ;
- la moitié environ des sols de "petites levées" correspond à des sols vertiques, statistiquement non différents au plan morphologique et analytique des sols des cuvettes. Il semble dans ce cas que le qualificatif de "petite levée" soit dû uniquement à une cote topographique légèrement supérieure à celle des fonds de cuvettes ;
- les sols des cuvettes contiennent de 45 à 90% d'argile, et des caractères vertiques apparaissent à partir d'une teneur en argile de l'ordre de 50%.

On considère que les Périmètres Irrigués Villageois (PIV), pour être situés à proximité des cours d'eau, se trouvent sur des levées, et donc sur des sols sableux. En réalité, 75% de la surface des PIV de la région correspond à des sols qualifiés de "*hollalde*" ou "*faux hollalde*" par les paysans : ils ont plus de 45% de teneur en argile. Nous tenons donc à souligner le risque qu'il y a, pour

les projets de développement, à considérer à partir d'une lecture trop rapide des documents existants, qu'en dehors des cuvettes les sols sont sableux, légers et non hydromorphes.

Nous évoquerons à cette occasion la terminologie vernaculaire de description des sols pour rappeler qu'elle ne se rapporte pas uniquement aux caractéristiques internes du sol. Ainsi, le terme "*foonde*" pourra désigner des sols de texture très variée, mais généralement non submergés par la crue. Comme le montre Maynard (1960) dans son essai de typologie, il est difficile d'associer la terminologie vernaculaire à des types de sols autrement que de façon générale. On trouve malheureusement trop souvent dans la littérature une interprétation erronée du "*foonde*", considéré comme un sol sableux et filtrant.

### CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SOLS ARGILEUX

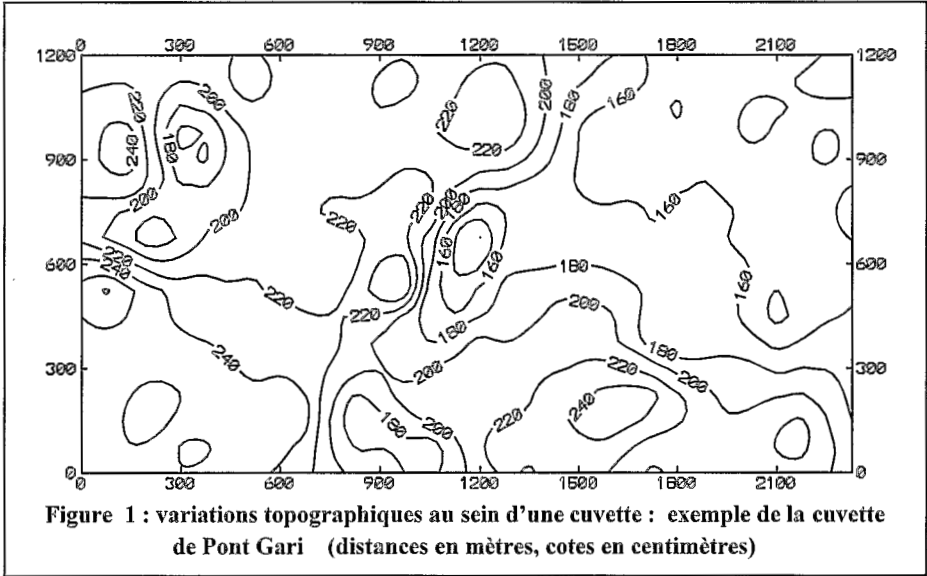
Cette description se base sur une prospection effectuée sur les unités "cuvettes" et "petites levées" de la carte FAO-SEDAGRI.

Les sols argileux ont une épaisseur comprise entre 0.4 et 2 mètres, et reposent sur la terrasse marine des sables du Nouakchottien. Leur épaisseur moyenne est de 1m et est indépendante de la cote topographique, de sorte que l'on peut supposer que les variations topographiques (modèle légèrement ondulé, figure 1) sont liées à un modèle préexistant de la terrasse marine. La transition entre le sable et l'argile se fait généralement sur quelques centimètres. A ce niveau, il est fréquent d'observer des traces de l'ancienne végétation de mangrove (enracinement de *Rhizophora* en particulier).

En surface, et à proximité des sols à texture plus mélangée (hautes levées), on peut observer une augmentation de la fraction sableuse. Des épandages récents de limons formant un horizon superficiel de quelques centimètres d'épaisseur peuvent également recouvrir les profils. A ceci près, le profil granulométrique est relativement uniforme.

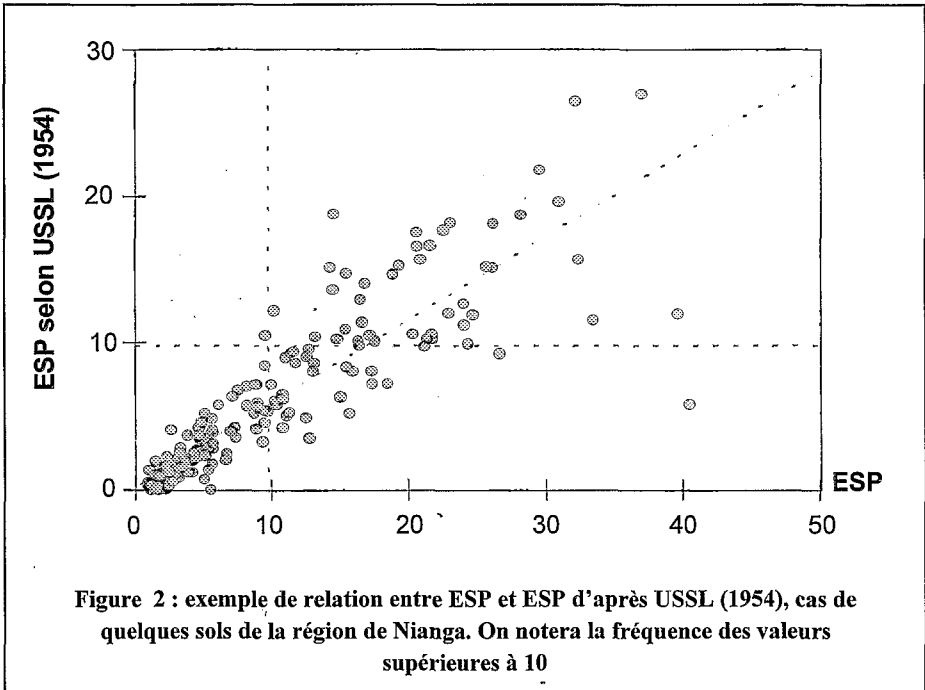
Hors cultures, les sols sont secs sur un quinzaine de centimètres, puis frais sur le reste du profil, et ceci même dans la zone endiguée de Nianga, où les nappes se sont pourtant rabattues depuis vingt ans et se trouvent à plus de 4m de profondeur. Les sols sont presque toujours salés, avec des faciès salins variables. On rencontre en effet des sols à carbonate de calcium (les moins fréquents), des sols à salinité chlorurée et des sols à salinité sulfatée. Ces deux anions peuvent coexister ou non. Ils sont associés au calcium et au magnésium en proportions généralement égales, et au sodium. La remontée capillaire a permis de précipiter différents sels, à partir de ces solutions. On peut donc observer dans les profils de sol, de la profondeur vers la surface les minéraux suivants :  $\text{CaCO}_3$  (calcite, rare),  $\text{CaSO}_4$  (gypse, fréquent),  $\text{NaCl}$  (halite, rare sur sol non cultivé). Le magnésium semble migrer avec le calcium, les analyses d'extrait de sol permettent de montrer qu'il se forme  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$  et  $\text{CaCl}_2$ . Cette salinité semble d'origine marine. En sol non

cultivé, la teneur en sels augmente fortement à des profondeurs généralement supérieures à 70 cm. Il faut noter la faible teneur en potassium, par ailleurs à peu près constante, et qui s'explique peut-être par la présence d'illite et d'intrastifiés.



Les capacités d'échange sont comprises entre 0.35 et 0.65 meq par gramme d'argile. L'analyse des bases échangeables doit se faire à partir d'un extrait à l'éthanol, en raison de la présence de sels de sulfates (Podwojewski et Pétard, 1988). Le complexe d'échange est saturé à plus de 70%. Il faut noter la forte teneur en sodium échangeable : 37% des échantillons analysés ont un taux de sodium échangeable (ESP) supérieur à 10 (figure 2). Cette valeur est considérée comme un seuil critique au delà duquel des problèmes physico-chimiques peuvent se poser. Sur les sols les plus argileux, on ne note cependant aucun effondrement de la structure observable macroscopiquement, seul un effet sur le comportement au retrait est identifiable (Coconnier, 1992, Colleuille, 1993). Au niveau des sables et des sols des hautes levées, l'effet de la sodisation sur la structure du sol est en revanche net (absence de structure), et sans doute renforcé par les forts taux de magnésium comme le suggère Maynard (1958). On peut penser que les fortes teneurs en gypse et en calcium échangeable permettent aux sols argileux de conserver une bonne structure apparente. Selon Maynard et Combeau (1960), elle serait toutefois relativement instable. Les courbes de retrait établies sur échantillons non remaniés confirment cette instabilité de la structure et l'important foisonnement du sol vers la saturation. Il faut donc retenir la sodisation comme un risque potentiel de

dégradation des sols en cas de lessivage de ces derniers, comme cela a été constaté dans le delta (Le Brusq, 1980 ; Le Brusq et Loyer, 1983).



Il faut signaler enfin la relative acidité des sols non cultivés, dont le pH de l'extrait aqueux est voisin de 6 et peut chuter à des valeurs de l'ordre de 4. Le pH sur extrait KCl est nettement inférieur au pH sur extrait aqueux (1,5 point en moyenne), cette réserve d'acidité correspond à des protons échangeables pouvant représenter 10% des cations échangeables.

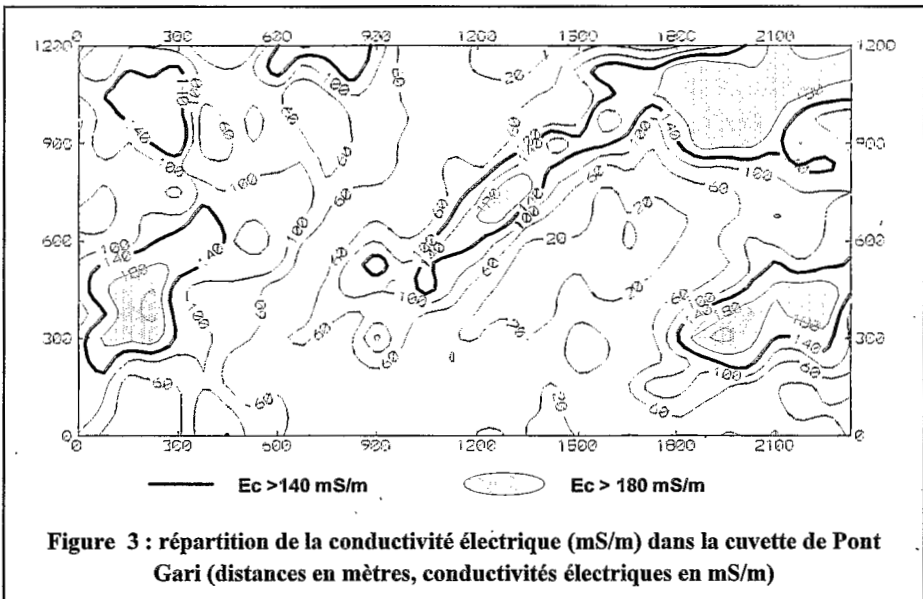
La morphologie des profils de sol est fortement dépendante de la teneur en argile et du régime hydrique. Les sols présentent des caractères vertiques (faces de glissement, structures en coins) à partir d'un seuil de 50% de teneur en argile (exception faite de l'horizon superficiel, qui ne permet aucun diagnostic). Il s'agit bien d'une valeur seuil : il n'y a pas de relation entre l'importance des caractères vertiques et la teneur en argile au-delà de 50%. Les zones légèrement en dépression favorisent l'accumulation des eaux de ruissellement. De larges prismes délimités par des fentes de retrait se développent alors lorsque le sol se dessèche. A la faveur des légères variations du modelé (quelques dizaines de centimètres), d'importantes différenciations morphologiques liées aux phénomènes de gonflement et de retrait apparaissent donc sur des séquences relativement courtes (de 10 à 100m). Elles ne semblent pas correspondre à des variations des constituants du sol et de nombreuses observations permettent de montrer qu'elles sont réversibles.

## VARIABILITÉ ET ORGANISATION SPATIALE

Différents niveaux d'organisation selon plusieurs facteurs de variabilité, peuvent être reconnus. Nous avons mentionné l'existence à une échelle locale d'un léger modelé, qui semble conditionner le régime hydrique du profil de sol, et par conséquent sa morphologie générale.

Au sein d'une même cuvette de décantation, la salinité peut varier fortement. Elle est répartie en plages de forme allongée, correspondant généralement à d'anciens chenaux au niveau des sables du Nouakchottien (figure 3). La salinité est généralement chlorurée sodique, avec localement une domination du sulfate de calcium pour de fortes conductivités (plusieurs mS/cm sur extrait 1/5 de sol). L'existence d'une ancienne pédogenèse sulfatée-acide est peut-être l'une des explications des fortes teneurs en sulfates. En dehors des variations de salinité, les caractéristiques des sols au sein des cuvettes évoluent faiblement et de façon régulière. En particulier, la teneur en argile diminue au voisinage des levées et des bourrelets de marigots.

D'une cuvette à l'autre, on note des variations des caractéristiques géochimiques des sols. Certaines cuvettes sont particulièrement salées, d'autres alcalisées, d'autres enfin riches en gypse. La capacité d'échange des argiles, très homogène au sein d'une cuvette, varie brutalement d'une cuvette à l'autre dans l'intervalle des valeurs défini précédemment.



Une caractérisation peu coûteuse du sol pourra se faire en prélevant aux profondeurs 0-20, 50 et plus de 70 cm, en réalisant une analyse granulométrique et une mesure du pH et de la conductivité de l'extrait aqueux. Concernant

la salinité, seule une prospection réalisée au conductivimètre électromagnétique (Rhoades et Corwin, 1981) et à une échelle détaillée (1/5.000<sup>e</sup> au moins) permettra de rendre compte de façon économique de la situation. Une analyse des sels de l'extrait aqueux peut être nécessaire pour identifier le type de salinité, au moins dans l'horizon profond.

## APTITUDES AGRONOMIQUES

Les aptitudes de ces sols ont été étudiées dans des travaux assez anciens (Delolme, 1936, Aubert, 1949, Maynard, 1958, Maynard, 1960, Moureaux, 1968), en particulier en relation avec les cultures de décrue. Ils sont actuellement considérés comme des sols à vocation rizicole. Remarquons toutefois que la culture de la tomate ou de l'oignon s'y pratique avec succès dans l'île à Morphil.

D'un point de vue fertilité chimique, on a principalement posé le problème du phosphore et du potassium. Le cas de ce dernier a été évoqué : il est possible que sa disponibilité soit liée à la présence d'illite et d'interstratifiés. Ce point n'a pas fait l'objet d'études spécifiques et reste donc à préciser. Maynard (1958, 1960) et Moureaux (1968), posent le problème d'un blocage éventuel du phosphore, pouvant expliquer les teneurs très faibles en phosphore assimilable. Ce fait n'a pas été confirmé depuis. Nos résultats montrent que les teneurs en phosphore total et phosphore assimilable de certaines rizières ont considérablement augmenté par rapport au sol nu, tandis que la réponse aux engrais phosphatés semble faible (voir aussi Ndiaye et Barry, dans cet ouvrage).

En tout état de cause, des rendements en paddy de 10 t/ha et plus ont été obtenus (culture d'hivernage), et des rendements de 8 t/ha sont maintenus sur des essais de longue durée, en stations agronomiques. Les résultats obtenus dans les PIV avec la tomate semblent tout aussi satisfaisants, lorsqu'une bonne maîtrise technique a été assurée. Il semble en outre que les problèmes d'enherbement soient moins aigus sur ces sols que sur les *pode*. La question de la fertilité chimique des sols argileux ne paraît donc pas préoccupante. Elle est même secondaire face aux risques de dégradation introduits par la pratique de l'irrigation.

## IRRIGATION ET DÉGRADATION DES SOLS

L'irrigation d'un sol place ce dernier dans une situation fondamentalement différente du régime pluvial : si douce soit-elle, l'eau d'irrigation possède des caractéristiques chimiques susceptibles, à plus ou moins long terme, de modifier le sol. La modification du régime hydrique est également un changement profond des conditions de pédogenèse, dont les conséquences doivent être envisagées. La gestion conservatoire des sols irrigués dans la vallée pose effectivement des problèmes liés aux transferts de sels et à la gestion de l'eau.



## Salinisation

Les sels neutres, d'origine marine, sont présents à partir de 80 cm de profondeur environ dans tous les sols de la moyenne vallée aval. L'irrigation entraîne un rehaussement des nappes et une évaporation permanente qui favorisent une remontée des sels dans les profils. Ce fait avait été sous-estimé dans le passé, et en particulier, on avait pensé que les sels étaient essentiellement présents en bordure des levées (Loyer, 1989). Or la salinité des PIV de la région de Podor a été multipliée par un facteur 7 à 10 en moins de 10 ans, indépendamment du type de sol (de Poitevin, 1993). Bien souvent, cette remontée en surface des sels se fait dès la première année. La conductivité électrique moyenne, sur l'ensemble des périmètres, est de 300 mS/m au conductivimètre électromagnétique, valeur voisine des seuils de tolérance de la tomate et de l'oignon. Cette nuisance est effectivement partout constatée par les exploitants, dont les aménagements ne disposent en général pas de drains.

Cette contrainte à la mise en valeur, pour forte qu'elle soit, n'en est pas moins gérable. Nous recommanderons en premier lieu qu'un budget minimal soit consacré à la reconnaissance du sol avant aménagement, certains sites présentant des risques particulièrement importants. En second lieu, un fossé d'évacuation des eaux doit être prévu au niveau de chaque maille hydraulique, et doit avoir au minimum 50 cm de profondeur.

## Sodisation

La sodisation des argiles correspond à l'accumulation de sodium sur le complexe d'échange. Elle entraîne un effondrement de la structure du sol. Etant donné les taux de sodium et magnésium échangeables des sols, et leur faible stabilité structurale, il semble indispensable, dans le cas des sols drainés, de disposer d'un suivi minimal au moyen de mesures de pH et de teneur en sodium échangeable, afin d'éviter d'engager ces sols dans un processus de sodisation difficilement récupérable et déjà constaté par endroits. Un lessivage bien conduit et utilisant l'eau du fleuve ne devrait pas poser de problème.

## Alcalinisation

Le danger le plus sérieux provient de la qualité de l'eau du fleuve. En premier examen, elle paraît d'excellente qualité : pH proche de la neutralité et conductivité électrique faible depuis la fermeture de Diama (en moyenne 58 $\mu$ S/cm en amont de Richard-Toll), taux de sodium faible par rapport au calcium, ce qui écarte *a priori* les risques de sodisation sous irrigation. Cette analyse est celle présentée dans toutes les études de faisabilité... mais une lecture attentive de l'étude FAO-SEDAGRI (1973) permet de découvrir en page 16, quatre lignes émettant de sérieuses réserves quand à la qualité de l'eau du fleuve. Pourquoi ? Pour l'expliquer, il nous faut revenir sur certaines notions.

On appelle alcalinité d'une eau la différence entre les bases faibles et les acides forts que contient cette eau. On appelle alcalinité résiduelle vis à vis d'un minéral donné, l'alcalinité (les bases faibles) qui reste dans l'eau lorsque le minéral précipite. Une alcalinité (résiduelle) positive correspond donc à un excédent de bases faibles dans l'eau.

Lorsque une eau se concentre, si douce soit-elle, sa concentration en espèces solubles augmente et il vient un moment où l'on atteint le produit de solubilité de certains minéraux, qui vont alors précipiter. Donc :

- quelle que soit la douceur de l'eau d'irrigation, elle peut au bout du compte, en se concentrant, devenir très salée. Il faut savoir que la riziculture irriguée dans la vallée apporte de 15.000 à 18.000 m<sup>3</sup> d'eau par hectare et par campagne. Sans drainage, cette eau s'évapore entièrement sur place, et abandonne ainsi sur les parcelles environ 500 kg de sels par hectare et par cycle de riz (Salvignol, 1993) ;
- puisque certains minéraux précipitent, correspondant à certaines des espèces ioniques présentes dans l'eau, la composition de l'eau évolue au cours de sa concentration : il y a accumulation résiduelle des espèces non précipitées.

L'eau du fleuve Sénégal possède une alcalinité résiduelle vis à vis de la calcite (CaCO<sub>3</sub>) de l'ordre de 0,6 meq/l. Ce chiffre représente l'excédent de carbonates (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>) par rapport au calcium (Ca<sup>2+</sup>). La calcite est le premier minéral qui précipite lorsque l'eau du fleuve se concentre. Chaque fois qu'une mole de CaCO<sub>3</sub> précipite, la teneur relative de l'eau en calcium diminue, et celle en carbonates augmente (puisque CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> est plus abondant que Ca<sup>2+</sup>). Or la calcite précipite pour une valeur constante du produit des concentrations en carbonates et en calcium. Ainsi, lors de l'apport d'eau suivant, la précipitation de calcite se fera à une teneur en calcium plus faible, et à une teneur en carbonates plus élevée : le phénomène d'accumulation résiduelle de carbonates s'auto-amplifie au cours du temps. D'une part, les carbonates étant une base faible, le pH va rapidement s'élever vers une valeur de 8,4 (équilibre avec la calcite). D'autre part, la teneur en calcium de l'eau du sol va s'abaisser, tandis que le sodium se concentre puisqu'il ne précipite pas. Le ratio sodium/calcium atteint alors des valeurs élevées, et une accumulation de sodium sur les sites d'échange des argiles (soit une sodisation du sol) se produit. Une nouvelle étape de dégradation est encore franchie, qui peut entraîner une inaptitude profonde du sol à la culture, et dont la réversibilité est mal connue et en tout état de cause coûteuse. Ce triste constat est d'actualité pour les sols de l'Office du Niger (Bertrand *et al*, 1993), alors que l'alcalinité résiduelle calcite de l'eau d'irrigation est inférieure de moitié à celle du fleuve Sénégal. On trouvera une description détaillée des mécanismes que nous venons de résumer dans Bourrié (1978), Droubi (1976), Ribolzi *et al* (1993) et Vallès *et al* (1992).

Si l'on concentre l'eau du fleuve Sénégal en bac d'évaporation, ce processus se produit effectivement. Le pH atteint 8,4 pour un facteur de concentration expérimental de l'ordre de 170. Or le facteur de concentration des eaux d'irrigation peut dépasser des valeurs de l'ordre de 2.000 (Bertrand *et al*, 1993) avec le temps. Il est donc clair, d'un point de vue géochimique, que l'alcalinisation des sols et des nappes des périmètres irrigués de la vallée est inévitable, faute d'un drainage bien conduit permettant d'évacuer l'excédent d'alcalinité. Ce drainage n'est jamais assuré en pratique, pas même dans les périmètres SAED où la remontée des nappes empêche toute infiltration de l'eau (Salvignol, 1993) et rend donc les drains non fonctionnels.

Certaines caractéristiques des sols leur confèrent un capital de résistance non négligeable face à cette dégradation. D'une part, ils disposent d'un stock de calcium susceptible de pallier le déficit de l'eau d'apport, et d'autre part, ils disposent d'une réserve d'acidité d'échange. Le calcium échangeable, et surtout le calcium provenant du gypse, permettent de maintenir une alcalinité résiduelle négative de la solution du sol... jusqu'à ce que le stock de calcium mobilisable soit épuisé. Après quoi, l'alcalinisation aura lieu. En moyenne, les sols argileux de la région sont en mesure de fournir du calcium permettant de neutraliser 25 meq de carbonates pour 100g de sol, soit moins de cinquante litres d'eau.

De fait, nos résultats montrent que le pH des sols irrigués évolue vers la neutralité. Plus grave, certains périmètres sont d'ores et déjà passés d'une salinité initiale de type sulfatée-calcique et chlorurée-sodique, à une salinité carbonatée sodique. Leur pH est passé, pour la tranche 0-20 cm, de 6 à 8. Il s'agit, comme cela était prévisible, de périmètres intermédiaires type IT (voir article introductif de Lericollais et Sarr). En effet, ces derniers sont planés, mais non drainés, réalisés sur sols très argileux, et ceinturés d'une puissante digue anti-inondation, mais qui prévient aussi toute sortie d'eau. Nous avons pu montrer qu'un piégeage d'air se produit à la mise en eau de ces sols, bloquant presque totalement l'infiltration. De telle sorte que chaque mètre cube d'eau apporté s'évapore et se concentre sur place, dans le premier mètre de sol. Les PIV privés (GIE) et autres aménagements sommaires semblent évoluer un peu plus lentement : ils sont mal planés, mal entretenus et sujets à de fréquents débordements... qui assurent un minimum d'évacuation des eaux concentrées. Les grands périmètres comme celui de Nianga, qui disposent d'un réseau de fossés de colature, évolueront sans doute encore plus lentement : leur bilan hydro-salin semble en effet mettre en évidence une évacuation des sels au niveau de la nappe, mais un très faible lessivage des horizons superficiels en raison de l'engorgement (Seguis, dans cet ouvrage, Salvignol, 1993).

En conclusion : les programmes en cours ont déjà montré qu'une grave dégradation des sols avait commencé. Une meilleure définition des risques dans l'espace et dans le temps est recherchée. Il est évident que des mesures conservatoires devront être prises rapidement : cela suppose une réaction des

bailleurs et des décideurs, ainsi qu'un effort de la recherche pour proposer des solutions attractives pour les exploitants. Les résultats en cours d'acquisition sont paradoxalement encourageants : les différences de comportement entre les sols où l'eau est totalement bloquée (type IT) et ceux où une modeste circulation est assurée, laissent espérer que des solutions techniquement simples pourraient suffire à l'échelle des périmètres. Il faudra toutefois régler le problème d'une évacuation globale des eaux usées vers la mer.

## CONCLUSION

Nous souhaitons rappeler quelques faits, pour une part déjà reconnus dès les excellentes études de Maynard (1958, 1960) :

- les sols argileux occupent environ 75% des superficies irrigables dans la moyenne vallée aval ;
- les sols véritablement sableux, filtrants et non hydromorphes sont rares, ils occupent des espaces restreints et de configuration spatiale complexe, de telle sorte qu'il est difficile, en dehors de quelques exceptions, de les aménager ;
- les problèmes de salinisation sont généraux, ils concernent toutes les unités géomorphologiques, dès qu'une irrigation sans drainage est mise en place ;
- les sols se dégradent progressivement par alcalinisation. Cette évolution peut être extrêmement dommageable pour les périmètres irrigués de la région, surtout en moyenne vallée amont où les sols sont moins gypseux. Faute de mesures conservatoires, des seuils probablement irréversibles (compte tenu des moyens nécessaires pour une réhabilitation) seront prochainement franchis.

Le pessimisme ne doit cependant pas l'emporter : les potentialités -en particulier rizicoles- de ces sols sont excellentes (il est vrai que dans le cas du riz, le facteur climatique en est la cause principale). Les mesures conservatoires qui devront être adoptées sont à rechercher. Des solutions non contraignantes pour les exploitants devront être trouvées.

Plus généralement, il apparaît qu'un observatoire des sols cultivés est indispensable, et que les bailleurs de fonds qui n'hésitent pas à financer des aménagements forts coûteux devraient envisager quelques modestes dépenses pour des études d'impact et la recherche de mesures conservatoires applicables.

BIBLIOGRAPHIE

- AFES-INRA, 1992, Référentiel Pédologique Français, *Association Française pour l'Etude des Sols, publié avec le concours de l'INRA.*
- Aubert, G., 1949 Observations sur les sols du Ferlo et de la vallée du fleuve Sénégal, *Multigr. ORSTOM, 15 p.*
- Baize, D., 1989, Guide des analyses courantes en Pédologie, *INRA Paris, 172p*
- Bertrand R., Bassirou Keïta, Kabirou N'diaye M., 1993, La dégradation des sols des périmètres irrigués des grandes vallées subsahariennes (cas de l'Office du Niger au Mali). *Cahiers Agriculture, 2, pp 318-329.*
- Bourrié, G., 1978, Acquisition de la composition chimique des eaux en climat tempéré. Application aux granites des Vosges et de la Margeride. *Thèse Université Louis Pasteur Strasbourg, Ed CNRS, 174 p.*
- Coconnier, K., 1992, Typologie de sols vertiques (vallée du fleuve Sénégal). Confrontation de la morphologie à la physico-chimie. *Mémoire de fin d'études, Multigr. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie, Rennes. 49p + annexes.*
- Colleuille, H., 1993, Approches physique et morphologique de la dynamique structurale des sols. Application à l'étude de deux séquences pédologiques tropicales, *Thèse de Doctorat de l'Université Paris VI, Sciences de la terre, Pédologie, 312 p. et annexes.*
- Delolme, 1936, rapport sur l'agriculture dans la vallée du Sénégal. Partie A, les principaux facteurs externes de l'agriculture dans la vallée du Sénégal. Partie B., *culture, élevage, forêts. Bul. Mas, Saint Louis, n°37, pp 4,58,229.*
- Droubi (Al-), A., 1976, Géochimie des sels et des solutions concentrées par évaporation. Modèle thermodynamique de simulation. Application aux sols salés du Tchad. *Thèse Université Louis Pasteur Strasbourg, Ed. CNRS, 175 p.*
- FAO / SEDAGRI, 1973, Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal. Etude pédologique, *Multigr. SEDAGRI, 251 p.*
- Le Brusq, J.Y., 1980, Etude pédologique des cuvettes de la vallée du Lamp-sar. *Multigr. ORSTOM Dakar, 76 p. et annexes.*
- Le Brusq, J. Y. et Loyer, J. Y., 1983, Evolution de la salinité des sols et des eaux en relation avec la riziculture submergée dans le delta du fleuve Sénégal. *Multigr. ORSTOM Dakar. 16 p.*
- Loyer, J.Y., 1989, Les sols salés de la basse vallée du fleuve Sénégal, caractérisation, distribution et évolution sous culture, *ORSTOM, collection Etudes et Thèses, 137 pages*
- Maynard, J., 1958, Etude expérimentale des facteurs naturels influant sur les cultures de décrue. *Multigr. ORSTOM Dakar, 45 p. et un fascicule d'annexes.*
- Maynard, J., 1960, Etudes pédologiques dans la vallée alluviale du Sénégal. *MAS, Div. agronomique. bull. 122. 38p. multigr.*
- Maynard J. et Combeau, A., 1960, Effet résiduel de la submersion sur la structure du sol (mise en évidence à l'aide de l'indice d'instabilité structurale de Hénin). *Sols Africains, V, n°2, pp 123-148.*
- Michel, P., 1973, Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie, étude géomorphologique, *mémoires ORSTOM, 3 tomes, ed. ORSTOM Paris.*
- Moureaux, C., 1968, Etudes microbiologiques en sols hydromorphes de la vallée du fleuve Sénégal. *Multigr. ORSTOM Dakar, 19 p.*
- Podwojewski P. et Pétard, J., 1988, Expression des sels solubles et des bases échangeables sur un vertisol calcimagnésique à gypse et à carbonates (La Tamoa, Nouvelle-Calédonie), *ORSTOM, Notes techniques, sciences de la terre. N2, 75 pages.*

- Poitevin de, F., 1993, étude d'impact des techniques culturales sur les sols des aménagements hydro-agricoles de la région de Podor, *Mémoire ESAP, Ecole Supérieure d'Agriculture de Purpan, Toulouse, France, 53 p et annexes.*
- Rhoades J.D. and Corwin, D.L., 1981, Determining soil electrical conductivity-depth relations using an inductive electromagnetic soil conductivity meter, *Soil Sci. Am. J.*, 45, 225-260
- Ribolzi, O. ; Valles, V. et Barbiero, L., 1993, Contrôle géochimique des eaux par la formation de calcite en milieu méditerranéen et en milieu tropical. Arguments d'équilibre et argument de bilan. *Science du Sol*, 31, 1/2, 77-95
- Salvignol, C., 1993, Gestion de l'eau en riziculture irriguée dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Essai de bilan hydrique et salin. *Mémoire de fin d'études ESITPA*, 34 p. et annexes.
- U. S. Salinity Laboratory Staff (US-SL), 1954, Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *US Dept. Agric. Handb. 60, Washington VIII.*
- Vallès, V., Pachepsky, I. et Bourrié, G., 1992, Cartographie géochimique globale des eaux en zone aride. Relation avec la dynamique des sols salso-diques. *Communication Association Française pour l'Etude des Sols, journée thématique "Les sols salés et leur mise en valeur", 26 Mai 1992.*
- Verheye, W. et Ameryckx, J., 1984, Mineral fractions and classification of soil texture. *Pédologie*, 2, pp. 215-225.
- Wilding, L.P. et Puentes, R., 1988, Vertisols : their distribution, properties, classification and management. *Wilding et Puentes editors, Texas A&M University Printing Center, 193 p.*

□ □ □



# Etats de surface des sols non cultivés dans la cuvette de Nianga : description, radiométrie de terrain et imagerie Spot

□ □ □

L. Mane\*, P. Boivin\*\* et L. Séguis\*\*\*

\* Géographe, ORSTOM, BP 1386 Dakar

\*\* Pédologue, ORSTOM, BP 1386 Dakar

\*\*\* Hydrologue, ORSTOM, BP 1386 Dakar

Les résultats présentés ici font partie d'une étude engagée parallèlement à l'étude des sols de la région, sur un échantillonnage commun, avec comme objectif général de définir les potentialités de l'imagerie SPOT pour l'aide à la cartographie des sols. Le premier facteur déterminant la réflectance est l'état de surface du sol. Les états de surface du sol "intègrent : i) la couverture végétale éventuelle, ii) la taille des divers éléments grossiers (graviers, cailloux, pierres et blocs) et des éléments plus fins (sables et limons), leur distribution, iii) la rugosité de la surface, iv) la couleur, v) les variables d'état telles que les teneurs en calcaire, gypse, sel, matière organique, fer et humidité" (Girard *et al*, 1990). Les travaux de différents spécialistes de l'environnement ont montré que les états de surface jouent un grand rôle dans le fonctionnement des unités biophysiques. Dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, les états de surface s'organisent en fonction des unités géomorphologiques (cuvettes de décantation, levées...). Sur les photographies aériennes, ces unités sont repérables. Vu les multiples avantages de la télédétection aérospatiale dans les applications cartographiques, d'inventaires et de suivi de ressources naturelles, nous nous proposons dans cette étude :

- d'évaluer la capacité de l'imagerie satellitaire SPOT à discriminer les unités géomorphologiques du secteur de Podor-Nianga ;
- d'analyser les variations des réponses spectrales intra et inter-unités, avec en particulier, l'impact d'un épisode de vent de sable ;
- de voir dans quelle mesure les résultats de la radiométrie de terrain permettent d'améliorer l'interprétation d'une scène SPOT ;
- de mettre en évidence quelques relations entre les constituants des sols et leurs caractéristiques spectrales.



## ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude se situe dans la cuvette de Nianga au sud de Podor (16°38 de latitude nord et 14°58 de longitude ouest), en moyenne vallée du fleuve Sénégal (voir carte générale). Le climat de cette région est de type semi-aride avec des précipitations annuelles dépassant rarement 350 mm. Le bilan hydrique est largement déficitaire à cause de la faiblesse des précipitations et d'une évapotranspiration potentielle (ETP) importante du fait des fortes températures. La moyenne des maxima à Podor est supérieure à 40° C et la moyenne des minima excède toujours 25°C.

La géomorphologie et la pédologie de cette région sont assez bien connues suite aux travaux réalisés dans cette région (Michel, 1973 ; Sall, 1983). Nous emprunterons une large partie de la description géomorphologique à ces auteurs.

D'après Michel (1973), c'est pendant le quaternaire ancien que le fleuve Sénégal a creusé sa vallée. Mais, c'est surtout au cours du quaternaire récent que les différentes unités se sont individualisées. Les unités géomorphologiques les plus caractéristiques sont :

- les hautes levées : ce sont des bourrelets de berges édifiés par le fleuve et composés essentiellement de limons et de sables.
- les petites levées : situées en contrebas des hautes levées, elles sont saisonnièrement soumises à l'inondation et portent des sols hydromorphes à pseudo-gley.
- les levées sub-actuelles : ces unités se localisent généralement dans les parties convexo-concaves des méandres et leurs sols sont composés de sables fins et de limons.
- les deltas de rupture : ils jouxtent les hautes levées et sont composés du même matériau que ces dernières.
- les cuvettes de décantation : très étendues dans la vallée, elles occupent les parties basses du paysage. Sièges de décantation des sédiments apportés par la crue, leurs sols sont des vertisols topomorphes.
- en bordure de la vallée alluviale se localisent d'immenses formations dunaires aux sols bruns subarides. Ces dunes sont séparées par des dépressions portant des sols de "colluvions bruns, mal drainés ou mêmes hydromorphes" (Michel, 1973).

Les états de surface de ces unités physiques seront analysées du point de vue de la radiométrie.

## MÉTHODES ET PRINCIPES

Sur des photographies aériennes au 1/50 000 de la mission OMVS. 1980, les unités géomorphologiques de la moyenne vallée ont été délimitées. Le document issu de cette segmentation du milieu en unités est confronté à des documents annexes : cartes géomorphologiques et pédologiques de la vallée (FAO-SEDAGRI, 1969) ; spatio-cartes des états de surface réalisées par traitement numérique des images SPOT (Séguis *et al.*, 1991 ; Mané, 1992).

Deux protocoles d'échantillonnage ont été mis en place :

- échantillonnage par transects pour évaluer la capacité de la radiométrie de terrain à différencier les unités morphopédologiques ;
- échantillonnage par maille afin d'analyser les variations des réponses spectrales dans les cuvettes.

### Echantillonnage par transects

Des transects allant de quatre cent mètres à deux kilomètres ont été réalisés à travers des unités géomorphologiques identifiées et localisées au GPS (Global Positioning System). Le long de chaque séquence et avec un pas de 20 m<sup>1</sup>, des mesures radiométriques suivies de l'inventaire des composantes de la surface du sol ont été effectuées.

### Echantillonnage par maille à Pont-Gari et à Nianga

Au lieu-dit Pont-Gari, sur un site de référence long de 2.400 m et large de 1.200 m, soit 288 ha, un échantillonnage systématique de 100 points a été mené selon un maillage stratifié. Cette parcelle de référence se localise dans une cuvette représentative de la moyenne vallée. A une échelle plus large, dans la cuvette de Nianga, 94 sites répartis selon un maillage stratifié ont, en outre, été échantillonnés. De cette façon, on dispose d'un échantillonnage détaillé d'une cuvette de décantation (Pont-Gari), et d'un échantillonnage plus général de l'ensemble des cuvettes de décantation de la région.

### Inventaire et description des composantes physiques et biologiques de la surface des sols

Chacun des 194 points couvre une surface de 1 m<sup>2</sup>. La méthode de caractérisation des états de surface qui a été utilisée s'inspire largement de celle appliquée en Tunisie par Mtimet *et al.*, (1988), Escadafal (1989), Casenave *et al* (1989).

L'appareil d'échantillonnage est un cadre métallique maillé d'un mètre de côté. La distance entre les noeuds de la maille est 10 cm soit 100 noeuds par m<sup>2</sup>. Ce

---

1 Dans le secteur étudié, un pas d'échantillonnage de 20 m permet de prendre en compte l'essentiel des états de surface des sols

cadre est positionné et ajusté (pieds coulissants) au dessus de la surface à échantillonner de manière à ce que la partie supérieure du cadre soit bien horizontale, indépendamment de la pente.

Des aiguilles de même hauteur (100 cm) sont descendues verticalement sous chaque noeud. Les composantes physiques ou biologiques, sur lesquelles se positionnent les aiguilles au contact du sol, sont notées sur la fiche de terrain. Ainsi pour chaque surface échantillonnée, on obtient la fréquence des corps naturels localisés. Ces corps naturels peuvent être, par exemple, des croûtes de battance, la litière, la micro-faune, de la matière végétale sèche, des plages de sables *etc*

Sont notées également les hauteurs des aiguilles qui dépassent la surface de référence assimilée à la partie supérieure de la maille. Les différences entre les hauteurs des aiguilles permettent de reconstituer le micro-relief ou de calculer l'indice de rugosité.

L'inventaire et la description des états de surface élémentaires (Casenave *et al.*, 1990 ; Escadafal, 1989) sont précédés de mesures de réflectance sur la même surface.

### Radiométrie de terrain

Un radiomètre Cimel CE 310 (Guyot *et al.*, 1984 ; Mougenot, 1988), portant les mêmes canaux (vert, rouge et proche infrarouge) que Spot a été utilisé. Ce radiomètre a un angle d'ouverture de 12° et le champ de mesure au sol est un cercle dont la surface est fonction de la hauteur à laquelle les mesures sont faites. Afin de minimiser les effets d'ombre, toutes les mesures de réflectance sont effectuées deux heures avant ou après 12 heures TU.

Pour chaque surface du sol ciblée, une série de dix lectures rapides de réflectance est faite. Les moyennes des valeurs radiométriques de la série dans chaque canal sont considérées comme la signature spectrale de la surface du sol visée. Ainsi pour chaque surface échantillonnée, des données radiométriques et celles relatives aux caractéristiques physiques et biologiques de la surface du sol ont été collectées.

### Traitement des données

#### Les variables radiométriques

Concernant la radiométrie de terrain, huit variables ont été retenues :

- la réflectance dans les trois canaux de Cimel XS1(0.50 - 0.59  $\mu\text{m}$ ) ; XS2 (0. 61 - 0. 68  $\mu\text{m}$ ), XS3 (0. 79 - 0. 89  $\mu\text{m}$ ).
- les néocanaux ou indices dont l'utilisation apporte en général plus d'informations que les canaux bruts : indice de végétation (IV) =  $\text{XS3} - \text{XS2} / \text{XS3} + \text{XS2}$  ; indice de couleur (IC) =  $\text{XS2} - \text{XS1} / \text{XS2} + \text{XS1}$  ; index ratio (IRAT) =  $\text{XS3} / \text{XS2}$  ;

$$\text{indice de brillance : IB} = \sqrt{\frac{(XS1)^2 + (XS2)^2 + (XS3)^2}{3}}$$

$$\text{et indice de rougeur : IR} = \frac{XS 2^2}{XS 1^2} \text{ (Madeira, 1991).}$$

Les variables de description de la surface du sol<sup>2</sup>

Dix paramètres caractérisent la surface des sols nus des cuvettes du secteur de Nianga :

- coprumites (CO) : pédogrégation d'origine animale
- nécrophyton (NP) : accumulation d'herbes mortes non décomposées
- nécrumites (NC) : litières en cours de décomposition
- macroépilites (MA) : accumulation relative des gravillons et graviers
- microépilites (MI) : accumulation absolue et décantation des limons
- mésoépilites (ME) : transit et déflation des sables
- dermilite démantelée (DE) : fractionnement de la croûte superficielle
- néodermilite (ND) : battance et réorganisation superficielle liée à la pluie
- dermilite (DL) : encroûtement superficiel et dessiccation
- aérophyse (AE) : fentes de retrait

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

### Identification des unités géomorphologiques par la radiométrie de terrain

Des transects radiométriques à travers les différentes unités représentatives de la vallée du Sénégal ont montré une variation de la réflectance en fonction des unités traversées.

#### Dunes et hautes levées

Du point de vue morphopédologique, ces deux unités diffèrent profondément (Michel, 1973 ; Sall, 1983). Des analyses faites sur ces unités ont montré que les hautes levées sont essentiellement composées de sable et de limon ; tandis que les dunes sont formées de sols bruns sub-arides modaux ou de sols bruns rouges sub-arides (Maignien, 1965).

2 Le vocabulaire typologique des variables des caractéristiques de la surface du sol est emprunté à Diagne et Richard, 1992.

A partir d'une série de mesures radiométriques sur ces deux unités, nous avons appliqué le test-T de Student-Fisher (Dagnélie, 1970, Gouet, 1986) aux valeurs moyennes trouvées pour chaque formation, afin de discuter l'hypothèse d'inégalité de ces moyennes.

Les résultats du test-T ont mis en évidence le caractère très discriminant de certaines variables radiométriques. En effet, sur les huit variables retenues pour l'analyse, seul le proche infrarouge (XS3) ne permet pas de différencier les dunes des hautes levées. Par contre couplé avec le vert (XS1), le proche infrarouge sépare bien les dunes des hautes levées. C'est ce que montre le diagramme bidimensionnel XS1/XS3 (Figure 1).

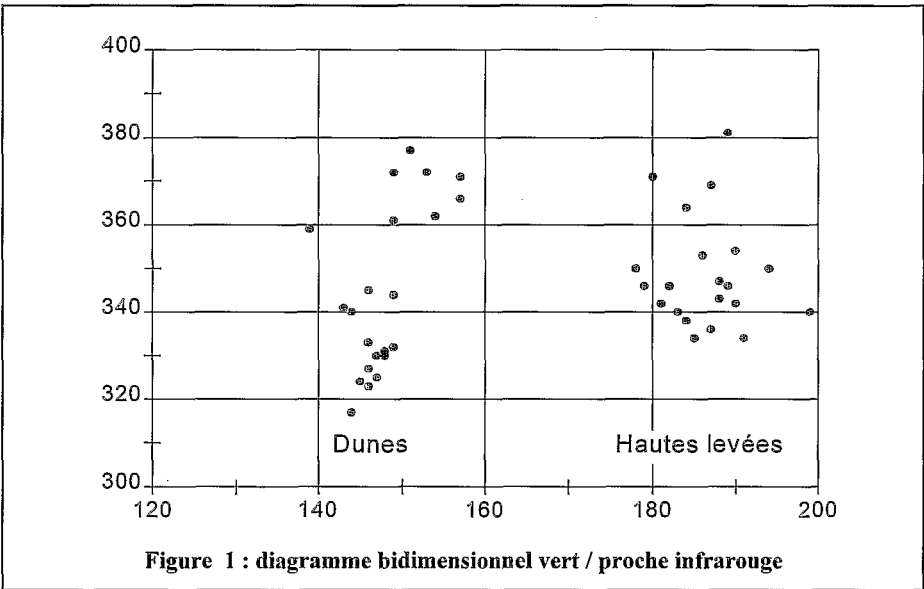


Figure 1 : diagramme bidimensionnel vert / proche infrarouge

Variables	Discrimination			
IR	+	+	+	+
XS1	+	+	+	+
IC	+	+	+	
XS2	+	+		
IB	+			
IV	+			
IRAT	+			
XS3	-			

- ++++ Très discriminant
- +++ Discriminant
- ++ Peu discriminant
- + Très peu discriminant
- Pas discriminant

Tableau 1 : pouvoir de discrimination des variables radiométriques pour les unités dunes et hautes levées

Les figures 2 et 3 signalent que la discrimination entre dunes et hautes levées par la voie de la radiométrie sera plus aisée dans le néocanal indice de rougeur (IR) et le vert (XS1). L'intégration d'autres paramètres, tels que le rouge (XS2), les indices de couleur (IC), le ratio rouge/infrarouge (IRAT) permet d'affiner la séparation entre les dunes et les levées (tableau 1).

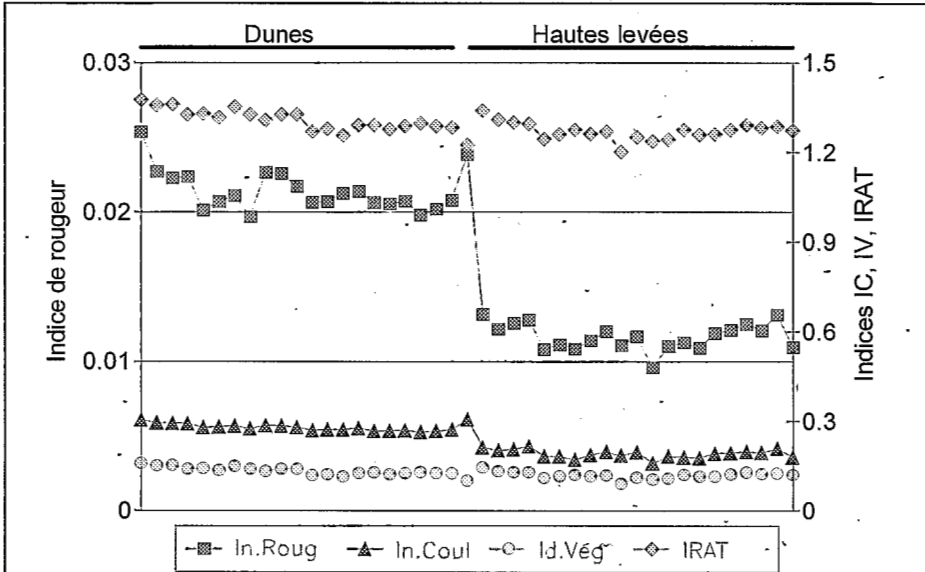


Figure 2 : variation des indices entre dunes et hautes levées

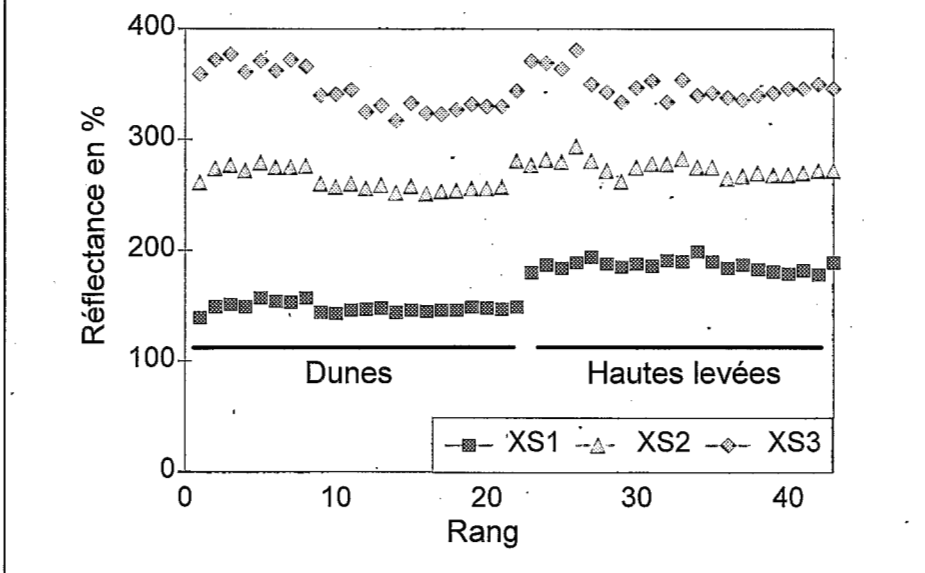
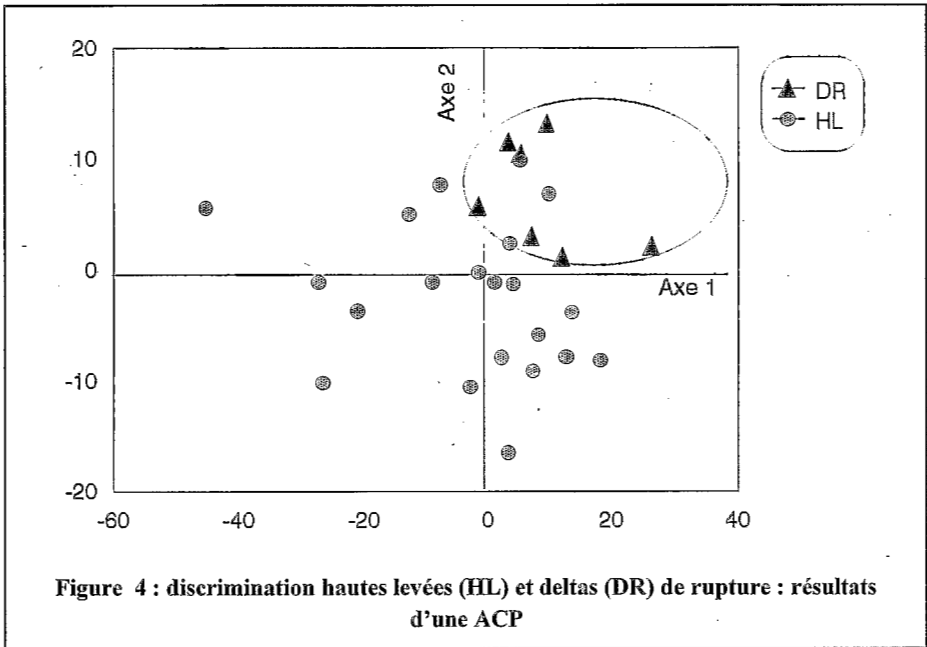


Figure 3 : variations de la réflectance sur les dunes et les hautes levées.

De récents travaux ont mis en évidence de fortes corrélations entre l'indice de rougeur et la teneur en hématite des horizons de surface (Pouget, 1991, Escadafal, 1989, Madeira, 1991). Par rapport aux hautes levées, on remarque une baisse de la réflectance dans le visible (XS1, XS2) sur les dunes (Figure 2). Cette baisse est une conséquence de l'absorption du fer dans le bleu et le vert (Escadafal, 1989, Madeira, 1991). C'est donc la forte présence des éléments ferriques dans les horizons de surfaces dunaires qui serait à l'origine du caractère très discriminant de l'indice de rougeur (Figure 3).

#### Hautes levées et deltas de rupture



Composés de matériaux identiques (FAO-SEDAGRI, 1969), les hautes levées et les deltas de rupture ont généralement des surfaces peu différentes (surface de type ruissellement, couleur dans la gamme des 7.5 YR). C'est d'ailleurs ce qui pose le problème de leur différenciation par la photo-analyse. Du point de vue radiométrique, ces unités ont des comportements peu différents. En usant du principe de comparaison de moyennes, le test-T de Student-Fisher est non significatif pour trois variables (XS2, IB, IC). Il est évident qu'en se basant uniquement sur les trois paramètres, il serait difficile de distinguer les hautes levées et les deltas. Toutefois, on note une légère différence de signature spectrale entre delta de rupture et hautes levées : en choisissant XS1, XS3, IV, et IRAT comme variables d'analyse, on pourrait limiter les confusions entre hautes levées et delta de rupture comme le montre la Figure 4. En définitive, les formes géométriques de ces unités permettent de les distinguer. Par ail-

leurs, notons que leur confusion n'est guère gênante puisque d'un point de vue de mise en valeur, ces unités semblent équivalentes.

### Les cuvettes de décantation

Grâce à leur comportement spectral spécifique, les cuvettes se singularisent nettement. Dans la vallée alluviale, la surface des cuvettes est généralement de couleur terne (gamme des 10 YR. au code Munsell). Cette couleur, héritée de la matière organique de surface, abaisse la réflectance dans toutes les bandes du visible au proche infrarouge. Dans les cuvettes labourées, la faiblesse de la réflectance est surtout accentuée par la rugosité, secondairement par la couleur.

### Les petites levées

Elles portent des "terres généralement plus argileuses que celles des hautes levées et des deltas adventifs, mais moins que celles des cuvettes inondées régulièrement où les eaux stagnent longtemps" (FAO-SEDAGRI, 1969).

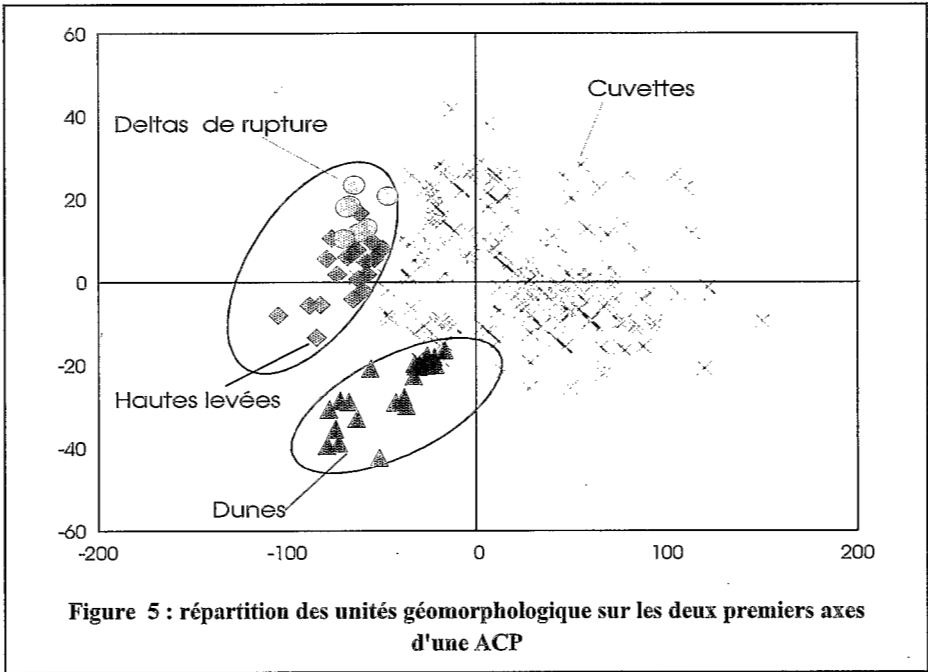
Une discrimination nette des petites levées par rapport aux cuvettes de décantation pose problème. Ces difficultés sont dues au fait qu'en surface, les petites levées tendent à mal drainer les eaux, occasionnant ainsi des phénomènes d'hydromorphie. Toutefois, nous noterons aussi que selon Boivin *et al* (dans cet ouvrage), les sols d'une bonne partie des unités cartographiées comme "petites levées" sont identiques aux sols des cuvettes de décantation. Il semble qu'il y ait une certaine confusion introduite ici par la carte FAO-SEDAGRI. Il est plutôt rassurant, dans ces conditions, que les réponses spectrales de ces unités soient identiques.

Au-delà de ces résultats préliminaires parfois triviaux, c'est surtout la capacité de la radiométrie de terrain à discriminer l'essentiel des unités biophysiques de la vallée du Sénégal qui est évaluée. L'analyse des mesures radiométriques sur les unités physiques de la vallée alluviale, montre que cette discrimination est possible.

### Comportement spectral des unités géomorphologiques

Avec les huit variables radiométriques définies plus haut, une analyse en composante principale sur l'ensemble des données radiométriques collectées sur les principales unités physiques de la moyenne vallée (basses cuvettes, cuvettes, delta de rupture, hautes levées et dunes) a été faite. Les résultats de l'ACP montrent qu'à part les confusions entre hautes levées et deltas de rupture, l'essentiel des unités géomorphologiques de la vallée peuvent être discriminées à partir de leurs caractéristiques spectrales (Figure 5). De plus, il faut noter que dans les cuvettes, on rencontre des levées de faible extension et des zones d'accumulation de sables éoliens. Ce sont ces points qui, bien que notés comme étant des sites de cuvettes, s'associent aux dunes et levées dans la figure 5.





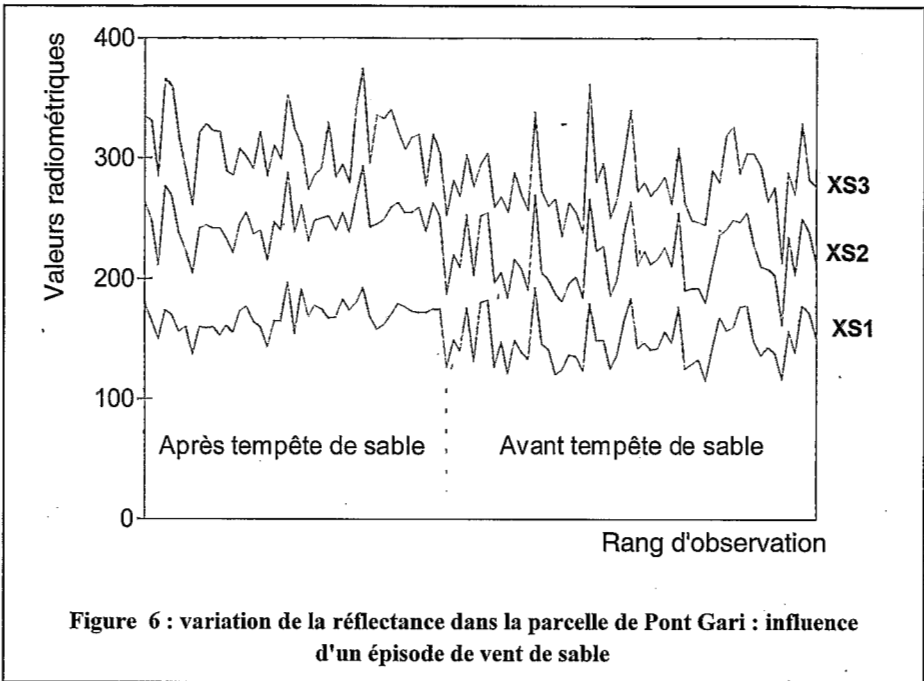
### Variabilité de la réflectance à l'intérieur d'une unité géomorphologique : les cuvettes de décantation

#### Variabilité de la réflectance à Pont-Gari (288 ha)

Une tempête de sable s'est abattue sur le secteur étudié durant la campagne de mesures radiométriques : des dépôts de sables éoliens étaient visibles sur la surface de la parcelle de Pont-Gari. La figure 6 montre la variation de la réflectance du visible à l'infrarouge dans la cuvette de Pont-Gari. L'allure générale des courbes de variation, signale un léger ressaut sur la moitié gauche. Ce décalage correspond aux mesures effectuées sur la parcelle après la tempête de sable. Pour évaluer l'influence des apports éoliens sur les mesures radiométriques, une comparaison entre les mesures post-tempête et celles effectuées avant la tempête de sable a été faite.

Sur les huit variables radiométriques retenues, le test-T de Student-Fisher est non significatif ; confirmant ainsi l'appartenance de ces deux types d'échantillons à la même population-mère c'est-à-dire les cuvettes de décantation. Ce résultat minimise ainsi l'impact sur les mesures radiométriques du saupoudrage éolien remarqué en surface. Ce dernier affecte pourtant fortement l'aspect de l'état de surface : il semble que cette modification ne puisse pas être responsable de confusions entre unités géomorphologiques.

Les caractéristiques statistiques des mesures radiométriques obtenues dans la cuvette de Pont-Gari sont reportées dans le tableau 2.



### Variabilité de la réflectance dans la cuvette de Nianga

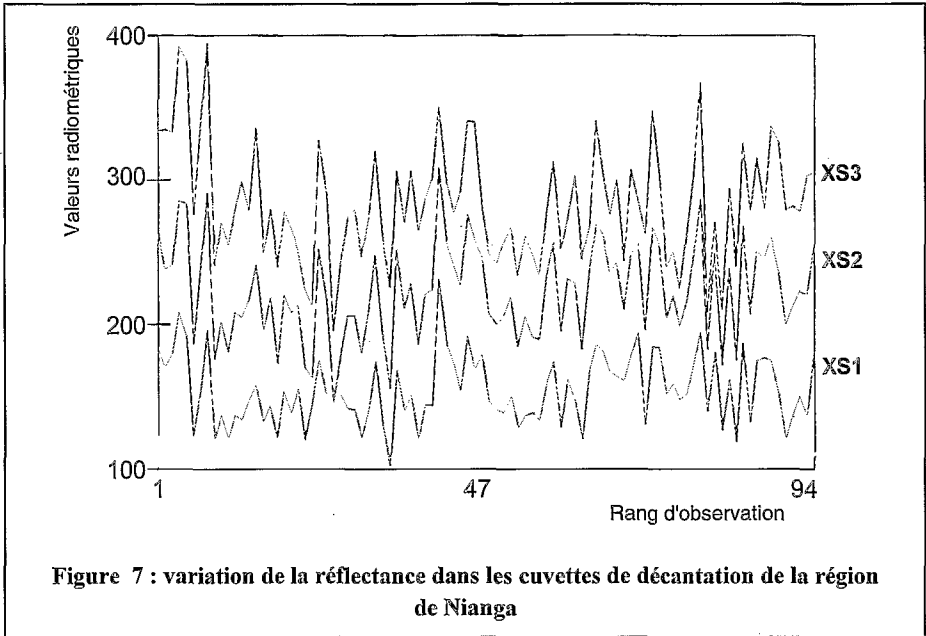
Sites	Variables	Min	Max	Moy	E-type
PG	XS1	115	197	156.7	19.50
	XS2	161	294	230.1	27.33
	XS3	213	375	293.9	31.34
	IB	168	297	233.9	25.38
	IR	0.01	0.02	0.014	0.004
	IC	0.15	0.23	0.19	0.018
	IV	0.07	0.17	0.12	0.025
	IRAT	1.15	1.42	1.28	0.064

**Tableau 2 : caractéristiques de la radiométrie, cuvette de Pont-Gari**

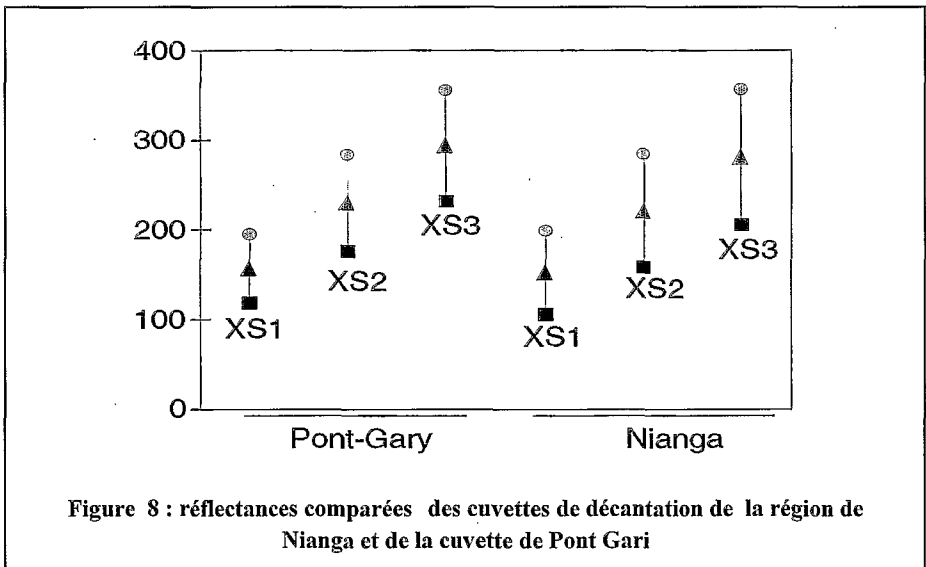
Sites	Variables	Min	Max	Moy	E-type
Nianga	XS1	97	231	154.2	24.6
	XS2	145	308	222.5	33.05
	XS3	195	395	283.8	40.84
	IB	151	305	226.6	32.02
	IR	0.007	0.02	0.014	0.003
	IC	0.055	0.25	0.18	0.027
	IV	0.04	0.19	0.12	0.034
	IRAT	1.09	1.48	1.28	0.088

**Tableau 3 : Caractéristiques de la radiométrie, cuvettes de décantation de la région de Nianga**

Comparativement à Pont-Gari, la variation de la réflectance dans la cuvette de Nianga est assez élevée (Figures 6 et 7). Cette forte variation est due à la superficie étudiée (10 000 ha). A cette échelle, les états de surface sont plus variés (champs labourés, rizières, zones de piégeage de sédiments...).



La comparaison des données radiométriques de Nianga et de Pont-Gari par le test-T de Student fait ressortir des différences sur trois variables (XS2, XS3 et IB). Toutefois, les données obtenues à l'échelle de la cuvette de Nianga incluent des zones cultivées. Si ces valeurs sont écartées, les moyennes radiométriques de la cuvette de Pont Gari ne sont plus significativement différentes de celles obtenues sur Nianga : la cuvette de décantation de Pont-Gari est bien représentative, au plan radiométrique, des cuvettes de la région (Figure 8).



## Relations états de surface du sol/réponses spectrales : cas de la cuvette de Pont-Gari

Pour analyser les interactions entre états de surface et réflectance, la parcelle de Pont-Gari, représentative de la moyenne vallée du point de vue états de surface du sol, est retenue.

C'est l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCM) qui est utilisée à cet effet. L'AFCM permet de synthétiser l'information, contenue dans un tableau et de visualiser les relations entre plusieurs variables (Groupe Chadule, 1986).

Contrairement à l'analyse factorielle des correspondances simples, l'utilisation de l'AFCM exige la transformation des variables en classes. Par exemple la variable XS1 est segmentée en 3 modalités (x1a, x1b, x1c) représentant respectivement les faibles, les moyennes et fortes valeurs de réflectance dans le canal vert de Cimel et (ma1, ma2, ma3) représentent respectivement les faibles, les moyennes et fortes présence des macroépilites. Ce type de codage (Tableau 4) permet à l'AFCM de mettre en évidence des relations mais aussi des gradients inter-variables.

Variables	Modalités		
	Faible	Moyen	Fort
XS1	x1a	x1b	x1c
XS2	x2a	x2b	x2c
XS3	x3a	x3b	x3c
MA	ma1	ma2	ma3

**Tableau 4 : type de tableau soumis à l'AFCM : réflectance dans les trois canaux de Cimel et les composantes de la surface du sol**

L'analyse factorielle des correspondances sur les variables caractéristique de la surface du sol et celles de la réflectance (Figure 9) révèle la faiblesse de l'inertie sur les axes factorielles. Cette faiblesse rend compte de la dispersion de l'information sur plusieurs axes factoriels. Néanmoins, seul le plan principal (axe 1 et axe 2) est retenu ici pour analyser les relations entre composantes de surface du sol et réflectance.

La projection des variables sur les axes 1/2 montre des oppositions entre caractères et groupes de caractères :

- pour l'axe 1 : opposition entre les variables relatives aux encroûtements superficiels (dl3) et la faiblesse des réflectances (X1a, X2a, X3a) ;

- pour l'axe 2 : opposition entre les fortes accumulations d'herbes non décomposées (np3), litière en cours de décomposition (nc3) et transit/déflation de sables (me)

Le contraste entre le fort taux d'encroûtement du sol (dl3) et la faiblesse de la réflectance dans toutes les bandes spectrales (Figure 9) traduit une certaine organisation spatiale des caractéristiques des sols.

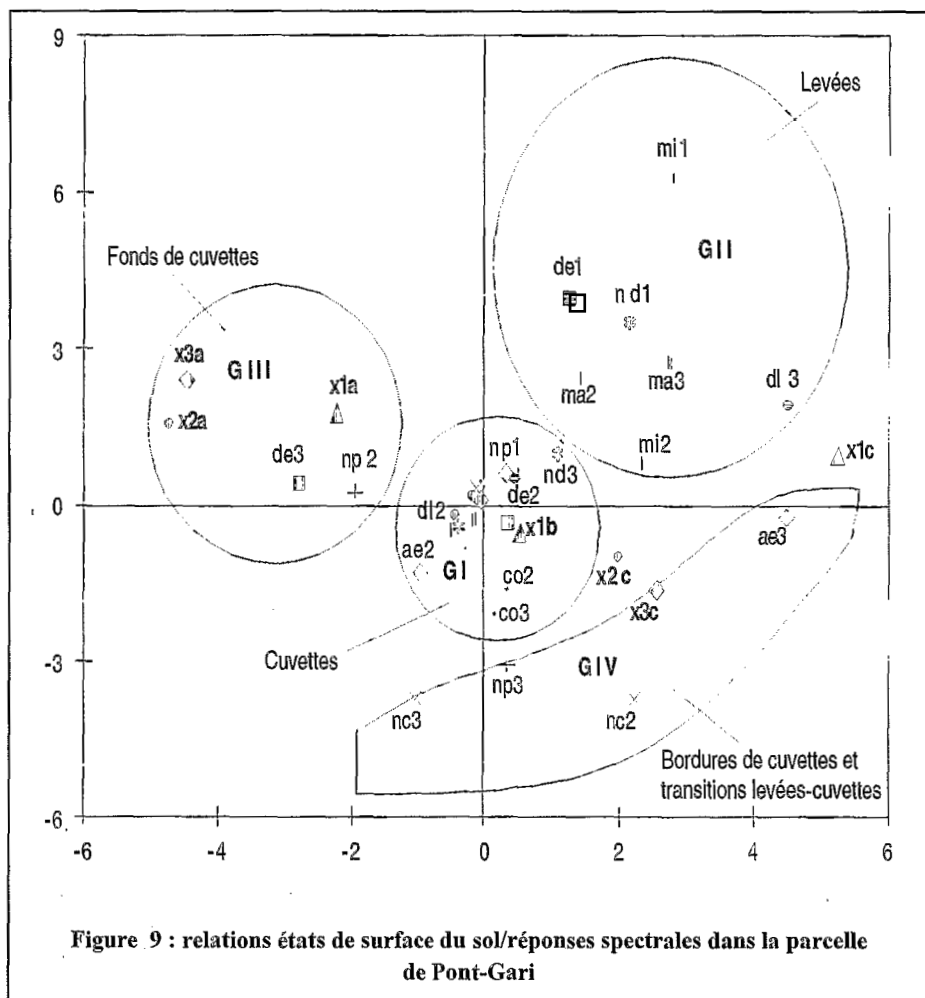


Figure 9 : relations états de surface du sol/réponses spectrales dans la parcelle de Pont-Gari

En effet, dans le secteur étudié, les pellicules de battance se rencontrent généralement sur les sols sablo-limoneux des levées et des deltas de rupture. Sur ces derniers la réflectance est très forte, alors que les basses réflectances sont notées sur les secteurs à dynamique accumulative (sédiments et matières organiques) en l'occurrence les cuvettes de décantation.

Au delà de ces oppositions de caractères, le contraste le plus significatif est réalisé par des groupes de variables. Ces associations de variables mettent en évidence quatre types d'organisations de surface :

- le premier type (GI) se caractérise par la présence moyenne de presque toutes les composantes de la surface des sols. De même, les réponses spectrales y sont moyennes dans le visible (X1b, X2b). Ce groupe qui rassemble l'essentiel des relevés effectués à Pont-Gari est caractéristique des cuvettes de décantation.
- le deuxième type (GII) représente les levées et les deltas de rupture délimitants les petits marigots que l'on rencontre dans la parcelle de Pont-Gari. Sur ces unités, le ruissellement est le principal facteur de la dynamique superficielle. Cela est attesté par la présence d'une pellicule de battance bien en place (dl3), des gravillons épars<sup>3</sup> (ma2, ma3) associés à un faible taux de matière organique de surface (mi1).
- le troisième type (GIII) rassemble les relevés de fonds de cuvettes ou de talwegs. En surface le sol est très perturbé avec de larges fentes de retrait. Ce fractionnement en surface a pour conséquence de "piéger la lumière dans les interstices" (Courault et Girard, 1988), occasionnant ainsi une baisse généralisée de la réflectance.
- le quatrième type (GIV) rassemble les situations de bordures de cuvettes ou de zone de transition levées-cuvettes. Dans ce groupe, on trouve aussi bien les caractéristiques de surface des cuvettes que celles des levées. Mais la particularité de ce groupe est mise en évidence par la forte présence de la matière végétale non décomposée (np3) et par la litière en cours de décomposition (nc3). Les composantes np3 et nc3 traduisent une dynamique d'accumulation de la matière organique.

En définitive, on peut retenir que la disposition des variables caractérisant la surface des sols dans la moyenne vallée montre une organisation suivant la dynamique des différentes facettes morphologiques de chaque unité. La variation des réponses spectrales épouse aussi cette organisation (réflectance faible dans les fonds de cuvettes, moyenne dans les cuvettes proprement dites et assez forte à forte sur les zones de transition et sur les hautes levées / deltas de rupture).

### Corrélations entre données radiométriques de terrain et données SPOT

Une simple comparaison canal par canal<sup>4</sup> entre les données Cimel collectées sur des unités géomorphologiques de la moyenne vallée et les réflectances

3 "... leur présence et leur fréquence, seraient un des signes les plus tangibles du ruissellement diffus..." (Rougerie in Richard, 1989).

4 Le canal 1 de SPOT n'a pu être utilisé à cause d'un effet de barrette

moyennes Spot concernant ces mêmes unités (dunes, hautes levées, cuvettes, fonds de cuvettes) montre une bonne relation d'ensemble (Figure 10). L'imagerie Spot pourrait donc théoriquement permettre de discriminer les unités physiques de la même façon que la radiométrie de terrain.

### Caractérisation des états de surface du secteur de Nianga-Podor par télédétection

#### Données

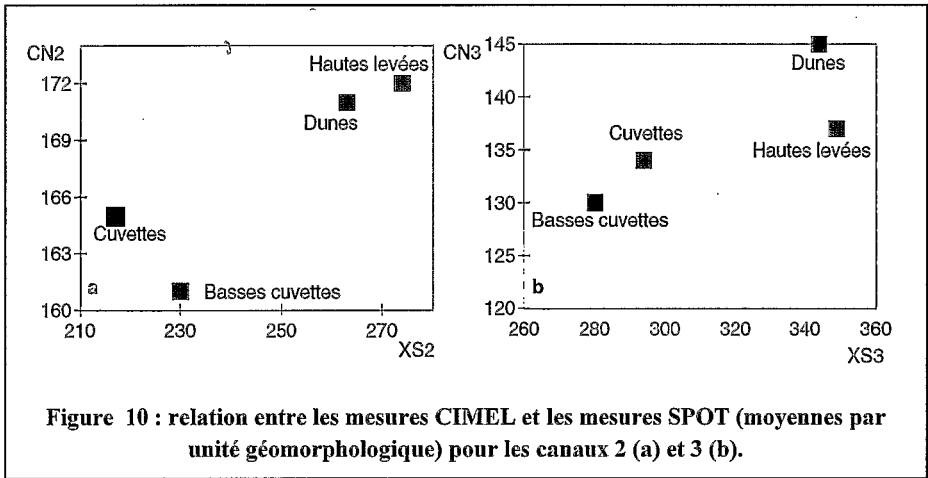


Figure 10 : relation entre les mesures CIMEL et les mesures SPOT (moyennes par unité géomorphologique) pour les canaux 2 (a) et 3 (b).

Une scène multispectrale Spot (KJ-24/317) du 25 septembre 1990 est utilisée pour analyser les comportements spectraux des états de surface des unités biophysiques de la moyenne vallée.

Sur cette scène, une fenêtre de 1247\*1280 pixels est extraite, soit une bande de 638 km<sup>2</sup>, entre le sud de la Mauritanie et le nord du Sénégal. Cette bande est centrée sur la cuvette de Nianga au sud de Podor.

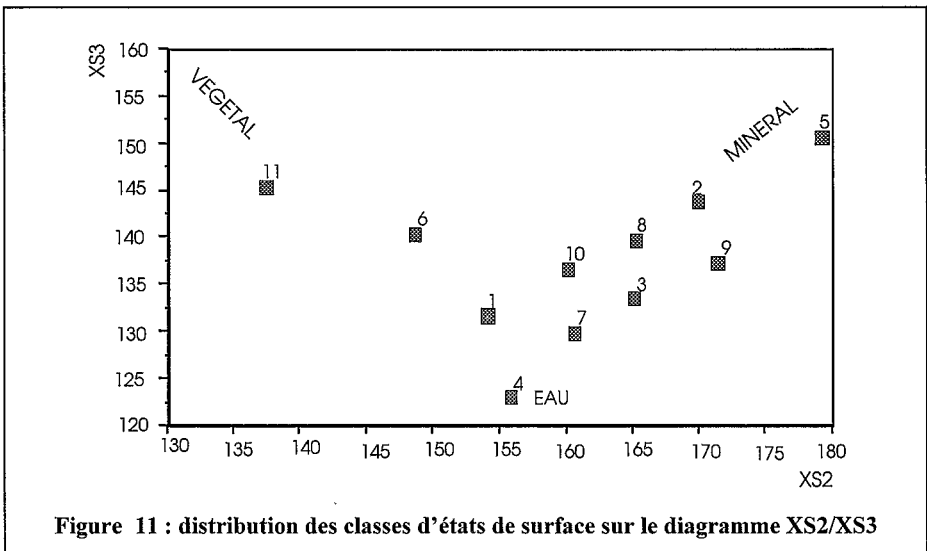
#### Classifications radiométriques

Les traitements numériques de l'image utilisée sont réalisés à l'aide du logiciel PLANETES (Rakoto, Andrianasolo et Mering, 1988). En traitement d'image, les classifications radiométriques consistent à regrouper en un nombre déterminé de classes tous les pixels ayant des comportements radiométriques semblables. Les classes ainsi définies sont associées à des thèmes. Pour notre étude, les thèmes représentent des états de surface homogènes.

Il y a deux types de classification en traitement d'image : les classifications dirigées et les classifications non dirigées. Il est fréquent que les résultats d'une classification dirigée soient biaisés du fait de la non représentativité des parcelles d'entraînement. Pour cette raison, nous avons préféré la classifica-

tion non dirigée pour cette étude. La classification non dirigée consiste à regrouper automatiquement tous les pixels radiométriques voisins en fonction de la distance euclidienne. Chaque classe est représentée par son centre. Avec cet algorithme, le rôle de l'utilisateur se limite à la fixation du nombre de classes et du nombre maximum d'itérations. Et contrairement à la classification dirigée, le contenu thématique d'une classification non dirigée n'est décodé qu'a *posteriori*. Après lancement de cette classification, "l'algorithme s'arrête soit lorsque deux itérations successives conduisent à la même partition, soit lorsqu'un critère convenablement choisi (par exemple, la mesure de la covariance interclasse) cesse de décroître de façon sensible, soit encore parce qu'un nombre maximal d'itérations a été fixé *a priori*" (Lebart *et al*, 1977).

Les résultats de la classification non dirigée discriminent bien par le biais des états de surface du sol les principales unités biophysiques de la moyenne vallée (voir planche en couleurs). Le diagramme bidimensionnel XS2/XS3 montre la répartition spatiale des thèmes distingués (figure 11). C'est donc ce graphique qui nous servira pour la caractérisation radiométrique des thèmes identifiés sur l'image Spot de septembre 1990.



Dans le secteur étudié, du point de vue réflectance des états de surface, on remarque une opposition en "V" entre sol nu et végétation (figure 11). Par ailleurs, le comportement radiométrique des thèmes suit "deux droites" sub-parallèles (Figure 11). La première droite regroupe des états de surface qui calquent en fait des unités pédo-géomorphologiques<sup>5</sup>.

5 Pour leur définition, voir le paragraphe "zone d'étude"



- thème 1 (figure) : il intègre deux types de végétation (arbustive et herbacée non graminifère) et se localise sur les basses levées.
- thème 8 : ce thème regroupe les petites levées généralement hydromorphes, les transitions levées-cuvettes et les sillons interdunaires.
- thème 2 : les dunes ;
- thème 5 : les sommets de dunes.

Sur cette droite, aux thèmes ci-dessus, s'ajoute le thème 10 (végétation de bordure de cuvette et de mares). En fait, par sa position sur le graphique, la classe 10 est le point d'intersection de deux droites ("droite végétale" et "droite minérale"). Les valeurs radiométriques enregistrées dans cette classe résultent de deux réponses spectrales (sol + végétation).

Cette "droite minérale" montre que, dans la vallée du Sénégal, la réflectance est fonction de trois facteurs : la morphologie, le degré d'humidité et la composition granulométrique de surface. En effet, dans la vallée du fleuve Sénégal, la monotonie du relief est atténuée par les classes 8, 2, et 5. Ces unités de paysage généralement émergées ont une texture essentiellement sableuse d'où leur réflectance assez forte.

Les classes 7, 3 et 9 (figure 11) de la deuxième "droite" représentent respectivement les parties humides des cuvettes, les transitions entre les levées, les petites levées et les hautes levées. Dans le paysage de la vallée, ils occupent des positions plus basses. Cette situation fait que certaines de ces unités sont périodiquement inondées, d'où leur tendance à l'hydromorphie. Spectralement, du fait de leurs caractéristiques (association sol/eau), ces états de surface s'ordonnent le long d'une droite entre les milieux exondés (8, 2, 5) aux valeurs de réflectance fortes et les surfaces immergées aux signatures spectrales basses (thème 4).

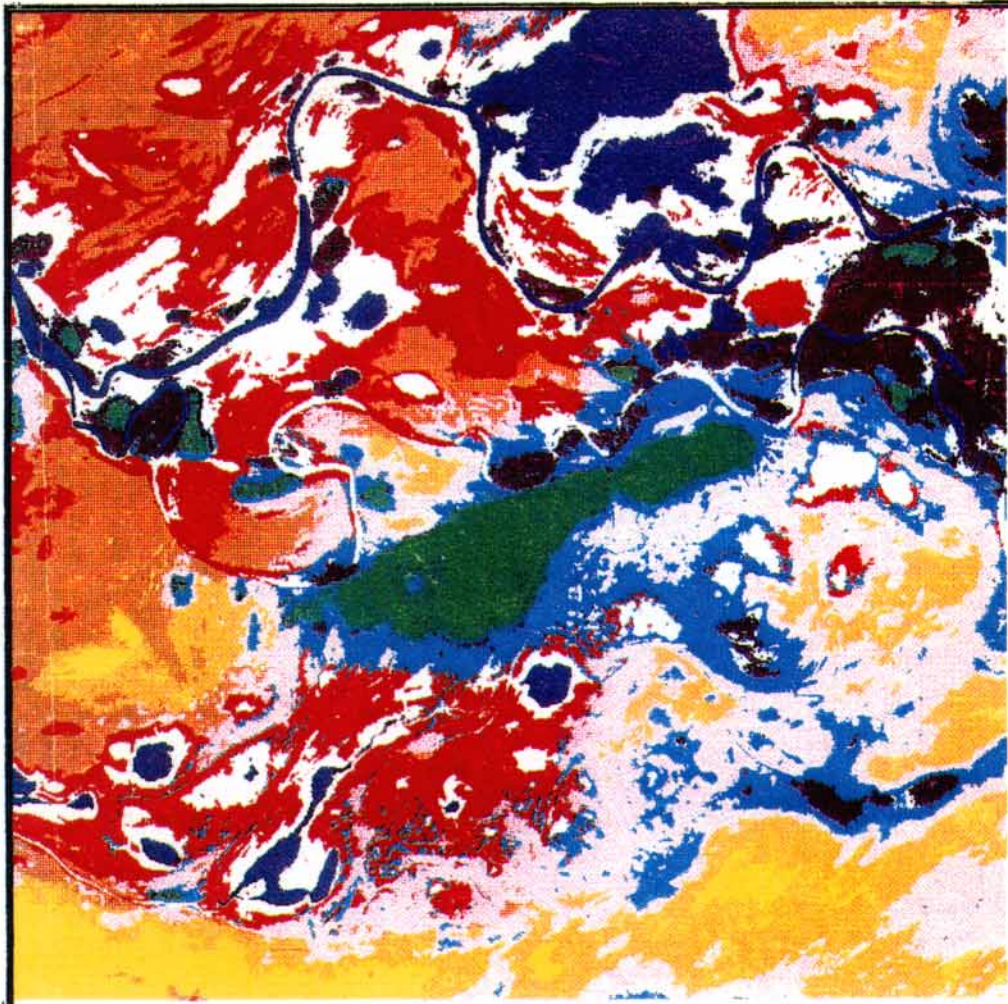
Par endroits, les eaux du fleuve Sénégal et de la rivière du Doué répondent spectralement de la même façon que les sols humides. D'après Séguis *et al* (1991), l'accroissement de la réflectance serait dû à la turbidité.

Sur ces unités s'est développée une végétation clairsemée et souvent ponctuelle.

### Comportement radiométrique dans les périmètres rizicoles et les périmètres villageois

L'analyse des réponses spectrales de la végétation fait apparaître des différences au niveau du comportement radiométrique (Figure 12). Ces différences seraient soit liées à un décalage des stades phénologiques dans le cycle végétatif, soit la conséquence du bilan hydrique (satisfaisant ou déficitaire) dans les formations végétales distinguées du secteur de Nianga :

- les végétations de bordures de cuvette et de mares (thème 10) : elles occupent les périphéries des surfaces engorgées. Dans ces unités la végé-



- |  |   |
|--|---|
|  | 1 - Végétation arbustive et herbacée non graminiforme         |
|  | 2 - Dunes et épandages de sables éoliens                      |
|  | 3 - Cuvette de décantation                                    |
|  | 4 - Eau   |
|  | 5 - Sommets de dune   |
|  | 6 - Périmètres villageois et bordures de périmètres rizicoles |
|  | 7 - Parties humides des cuvettes                              |
|  | 8 - Transitions levées-cuvettes et sillons interdunaires      |
|  | 9 - Hautes levées   |
|  | 10 - Végétation de bordures de cuvettes                       |
|  | 11 - Périmètres rizicoles de Nianga                           |

Planche 1 : Image classée du secteur Nianga-Podor

Echelle : 0 2 km

Figure 12

tation est clairsemée, et cela se traduit par des réponses radiométriques assez élevées dans le visibles (XS2).

- le périmètre rizicole de Nianga (thème 11) : c'est un périmètre rizicole très bien délimité sur l'image. Du fait d'un apport d'eau constant, le bilan hydrique devrait être largement positif. Cela a eu pour conséquence un bon développement du riz et se traduit par des réflectances faibles (absorption de l'énergie pour la photosynthèse) dans le visible et une assez forte réponse radiométrique dans le proche infra-rouge (XS3), signe d'une forte activité chlorophyllienne.
- les périmètres villageois (thème 6) : malgré leur dispersion et leur extension très limitée, ils sont bien identifiés sur l'image Spot. Par rapport au périmètre de Nianga (11), la réflectance est plus accentuée dans le second canal.

Ces différences de comportement entre les deux périmètres pourraient rendre compte de traitements agricoles et/ou de bilans hydriques différents ; et, par conséquent, de développements végétatifs spécifiques.

La comparaison des résultats de l'image classée Spot (voir planche en couleurs), avec la carte morpho-pédologique de la vallée du Sénégal (FAO, 1969) révèle de fortes ressemblances. Les correspondances assez nettes entre les unités de réflectance homogènes et les unités morpho-pédologiques montrent que les états de surface pourraient être en partie des indicateurs de la variabilité spatiale des sols. C'est ce que nous allons vérifier en utilisant les indices de brillance (IB), de rougeur (IR) et de végétation (IV) comme clefs d'interprétation.

#### Relations entre les constituants et les caractéristiques spectrales des sols.

Pour mieux caractériser la surface des sols de notre zone d'étude, nous avons utilisé des indices de brillance, de rougeur et de végétation. Madeira (1991), a appliqué ces indices à la cartographie pédologique des latosols brésiliens. En effet, à partir des formules des indices (voir § variables radiométriques), on peut créer des néocanaux (IB, IR, IV). Ces derniers permettent de mettre en évidence certains constituants de la surface du sol et de mieux comprendre leur distribution spatiale.

Avec un échantillon de 11 classes, le rapport IB et IR a discriminé nettement deux états de surface (Figure 12). Les sols des sommets dunaires, (5) ont des indices de brillance et de rougeur très forts. Cela est attribuable à leur composition minéralogique dominée par une texture sableuse très riche en hémate.

Par contre les valeurs d'indice les plus basses discriminent la végétation vigoureuse, c'est-à-dire celle qui a une forte activité chlorophyllienne. Cette classe correspond au périmètre rizicole de Nianga (11).

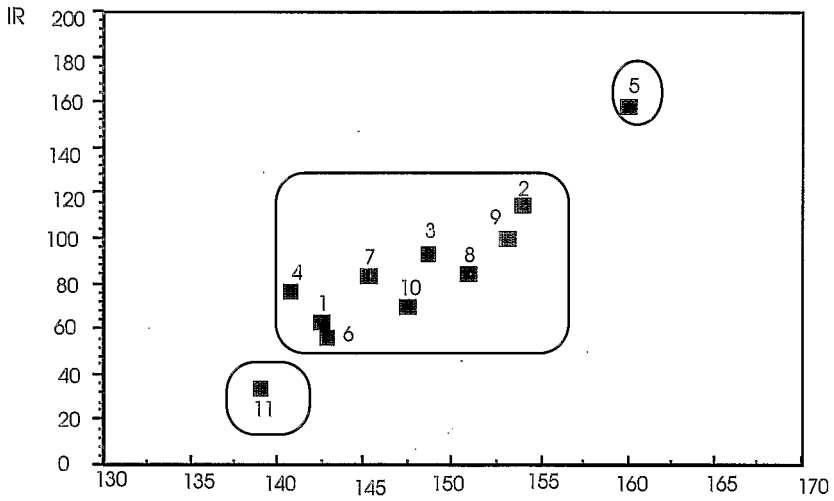


Figure 12 : relation entre indice de brillance (IB) et indice de rougeur (IR)

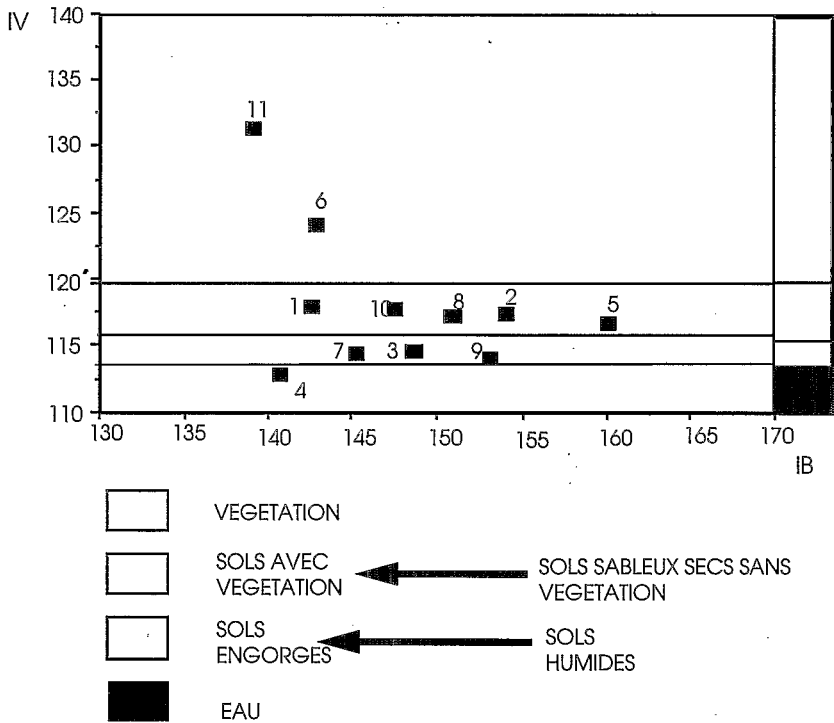


Figure 13 : relation entre indice de brillance (IB) et indice de végétation (IV)

Du fait de l'absence ou de leur pauvreté en éléments ferriques, les états de surface (eau, sols hydromorphes, végétation peu dense) correspondant au nuage de points au centre du graphique, n'ont pu être individualisés. Ces résultats confirment ceux de Madeira (1991).

Toujours avec les 11 échantillons représentant les classes, l'analyse du rapport indice de brillance (IB) et indice de végétation (IV) sépare quatre groupes (Figure 13). Ceux-ci, distribués en bandes parallèles, mettent en évidence des organisations d'états de surface suivant un gradient.

Les bandes extrêmes englobent d'une part les eaux (4), soit des indices très faibles, et d'autre part les périmètres irrigués (11, 6) bien individualisées par l'indice de végétation.

Les bandes au centre du graphique (Figure 13) traduisent l'organisation séquentielle des états de surface :

- des sols sableux secs sans végétation vers les sols secs avec végétation : les premiers sont localisés sur les parties sommitales du pays de la vallée (5, 2) et les seconds occupent les versants dunaires et les parties déprimées (8, 10, 1).
- des sols sablo-limoneux vers les sols vertiques engorgés : ces unités paysagiques sont distribuées selon une dynamique qui fait état du comportement pédo-hydrique des sols. Ce gradient va des sols des hautes levées rarement inondés vers les sols engorgés des mares et des cuvettes (7) en passant par les cuvettes (3) aux sols hydromorphes.

En conclusion, le traitement de la scène Spot de la vallée a donc permis :

- d'identifier les principales unités biophysiques de la moyenne vallée, de voir leur distribution spatiale,
- de localiser les aménagements agricoles ;
- d'estimer les superficies inondées donc susceptibles d'intéresser les cultures de décrues.

## CONCLUSION

Les réflectances, qu'elles soient mesurées au sol ou par satellite, permettent de bien discriminer les unités qui intéressent l'aménagement. La radiométrie de terrain permet de préciser les critères de sélection, et permet aussi de montrer que les perturbations intra-saisonniers comme les épisodes de vent de sable n'introduisent à priori pas d'ambiguïté dans l'interprétation des réflectances mesurées au sol.

Un premier niveau d'étude montre, en outre, que des variations au sein des unités biophysique sont perceptibles au niveau des réflectances, principalement en relation avec le modelé. Ce résultat justifie de pousser plus avant les recherches, dans la mesure où les caractéristiques internes des sols sont elles

aussi liées au micro-modelé. La prochaine étape de la recherche en cours sera de préciser jusqu'à quel point l'imagerie SPOT peut aider une cartographie quantitative des caractéristiques internes des sols.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Casenave A, Valentin C, 1989 - Les états de surface de la zone Sahélienne : infiltration et ruissellement. *ORSTOM*. 229 p
- Courault, D. et Girard, M. C., 1988, Analyse des hétérogénéités intraparcels des sols par télédétection. *Science du sol*, vol. 26, n°1, p 1 -p 12
- Dagnélie P, 1970 - Théorie des méthodes statistiques : Applications Agronomiques, Vol. 1 et 2, *Presse Agronomiques de Gembloux*, 378p.
- Diagne A, Richard J F, 1992 - Ethologie du paysage dans la "Moyenne Vallée" du fleuve Sénégal, *Université Cheikh Anta Diop, Dakar.*, 62 p
- Escadafal R, 1989 - Caractérisation de la surface des sols arides par observation de terrain et par télédétection. Application : exemple de la région de Tatouine (Tunisie). *Coll. Etudes et Thèses, ed. ORSTOM Paris*, 317 p
- FAO-SEDAGRI, 1969, Cartes pédologiques et géomorphologiques de la vallée du Sénégal à 1 : 50 000, *FAO Dakar*, 1 notice (251 p.) et 36 cartes.
- Girard M-C, Isavwa L. A, 1990, L'état de l'art en télédétection sur les zones arides et semi-arides, *UNESCO, revue Nature et Ressources*, Vol. 26, N° 1, p 3-9
- Gouet JP, 1986 Les comparaisons des moyennes et des variances : application à l'agronomie, *STATTICF*, 55 p
- Groupe Chadule, 1986 -, Initiation aux pratiques statistiques en géographie, *Ed. Masson*, 189 p
- Guyot G, Hanocq JF, Buis JP, Saint G, 1983 - Mise au point d'un radiomètre de simulation de Spot. *Colloque INRA "Signatures spectrales d'objet en télédétection"*. Bordeaux, 12-16 sept, Ed. INRA, pp 233-242
- Lebart L, Morineau A, Tabard N, 1977 - Techniques de la description statistique. Méthodes et logiciels pour l'analyse des grands tableaux. *Dumod*. 351 p
- Madeira J, 1991 Etude qualitative des relations constituants minéralogiques : réflectance, diffusion des latosols brésiliens : application à l'utilisation pédologique des données satellitaires TM (Région de Brasilia), *thèse université Paris VI*, 232 p
- Maignien, R., 1965 Notice explicative de la carte pédologique du Sénégal au 1/1000 000, *Ed. ORSTOM Paris*, 63p et carte.
- Mané, L, 1992 - Moyenne vallée du Sénégal : Apport de la télédétection à la cartographie des états de surface, rapport de stage, multig. *ORSTOM Bondy*, 34 p.
- Michel P, 1973 - Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique, mémoire *ORSTOM n° 63*, tomes 1-2-3, 752 p., Ed.
- Mougnot B, 1988 - Note sur l'étalonnage et l'utilisation du radiomètre de simulation Spot Cimel CE 310, *Multig. ORSTOM-Dakar*, 6 p.
- Mtimet A ; Pontanier R ; Asseline J, 1988 - Une méthode de caractérisation, en zone aride et semi-aride, des états des surfaces élémentaires (1m<sup>2</sup>) soumises à des averses contrôlées. *Direction des Sols, Tunis*, 17p.

□ Pouget M, 1991 - Caractérisation et suivi des milieux terrestres en régions arides tropicales. *Ed. ORSTOM Paris, 449p.*

□ Rakoto, M., Adrianasolo, A. et Mering, C., 1988, Guide de l'utilisateur de "Planètes", Laboratoire d'Informatique Appliquée, *Multigr. ORSTOM Bondy, 130 p.*

□ Richard JF, 1989 Le paysage, un nouveau langage pour l'étude des milieux tropicaux, *Ed. ORSTOM Paris, 210 p*

□ Sall M M, 1983 - Dynamique et morphogenèse actuelle du Sénégal occidental, *thèse doctorat d'état ULP Strasbourg, 604 p*

□ Séguis L, Chevillote H, Gascuel C, Boivin P, Braudeau E, 1991, Optimisation des aménagements hydro-agricoles dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Contribution de l'imagerie satellitaire, *4eme journées scientifiques du réseau de télédétection de l'UREF, Oct. 1991, Université de Sherbrooke, Québec, 8p.*

□ □ □





# L'intégration de l'arbre dans les périmètres hydro-agricoles de la vallée du fleuve Sénégal

□ □ □

A. Tamba

Forestier, ISRA / DRPF, BP 2312, Dakar

Depuis plus d'une décennie, la vallée du fleuve Sénégal a été très affectée par la destruction de son couvert végétal du fait de la sécheresse et de l'exploitation inconsidérée du bois pour la production de charbon de bois à destination des grands centres urbains.

L'expression la plus inquiétante de cette sécheresse est la diminution importante des débits du fleuve principalement responsable du dépérissement des formations naturelles à *gonakié* (*Acacia, nilotica*, var. *tomentosa*) qui ne sont pratiquement plus submergées.

L'exploitation forestière se fait à l'heure actuelle sur un stock de bois mort, non renouvelable sans amélioration des conditions climatiques actuelles, sans modification des pratiques et sans introduction de nouvelles méthodes de production et d'exploitation. D'autant plus que le *gonakié*, espèce la plus adaptée au caractère régional et au cloisonnement de la plaine alluviale du Sénégal, du fait de sa localisation essentiellement dans les cuvettes et dépressions, demeure l'espèce la plus exposée aux conséquences temporaires ou définitives de l'aménagement et de la mise en valeur des terres irrigables.

Etant donné que les possibilités d'approvisionnement en produits ligneux à partir des peuplements naturels s'épuisent, la production ligneuse sous-irrigation, en tirant partie des aménagements hydro-agricoles, reste la seule alternative possible. Le développement de cette ligniculture demeure un impératif dans le contexte des grands enjeux de l'après-barrage selon 2 schémas complémentaires :

- Production ligneuse intensive sur des unités autonomes.
- Intégration de l'arbre dans les systèmes de production hydro-agricoles sous forme de brise-vent avec un double objectif de production ligneuse et de protection des cultures.

## PRODUCTION LIGNEUSE INTENSIVE SUR DES UNITÉS AUTONOMES

### Justificatifs

La ligniculture intensive irriguée constitue l'une des alternatives pour couvrir les besoins sans cesse croissants des populations locales en produits ligneux (bois de service, bois d'énergie *etc.*). La consommation moyenne annuelle en bois de la vallée est estimée à 200.000 tonnes et la part des différents produits correspond à (Harmand, 1988) :

- 90% pour le bois de chauffe et charbon de bois ;
- 10% pour le bois de service.

Le développement économique de la région et le développement des périmètres irrigués sont à l'origine d'une demande de plus en plus forte pour des stocks disponibles très limités. Dans certaines agglomérations du département de Podor, l'achat complémentaire pour satisfaire les besoins en combustibles ligneux, dépasse parfois 10% des frais liés à l'alimentation. Dans ces zones rurales 35 à 40% des populations combinent collecte et achat de combustible ligneux (Daffé, Laura et Cissé, 1991).

### Modes d'irrigation et techniques de plantation

#### Méthode d'irrigation - modes et densités de plantation

L'irrigation gravitaire à la rigole s'est avérée simple à mettre en oeuvre et à conduire et a donné les meilleurs résultats de production par rapport aux autres méthodes d'irrigation (submersion aspersion, goutte à goutte). Elle demeure une méthode compatible avec les caractéristiques économiques d'une production ligneuse en irrigué. Sur une parcelle expérimentale, Tamba et Harmand (1985) ont chiffré des apports d'eau de 15.000m<sup>3</sup>/ha/an dans le cas d'une irrigation par siphons.

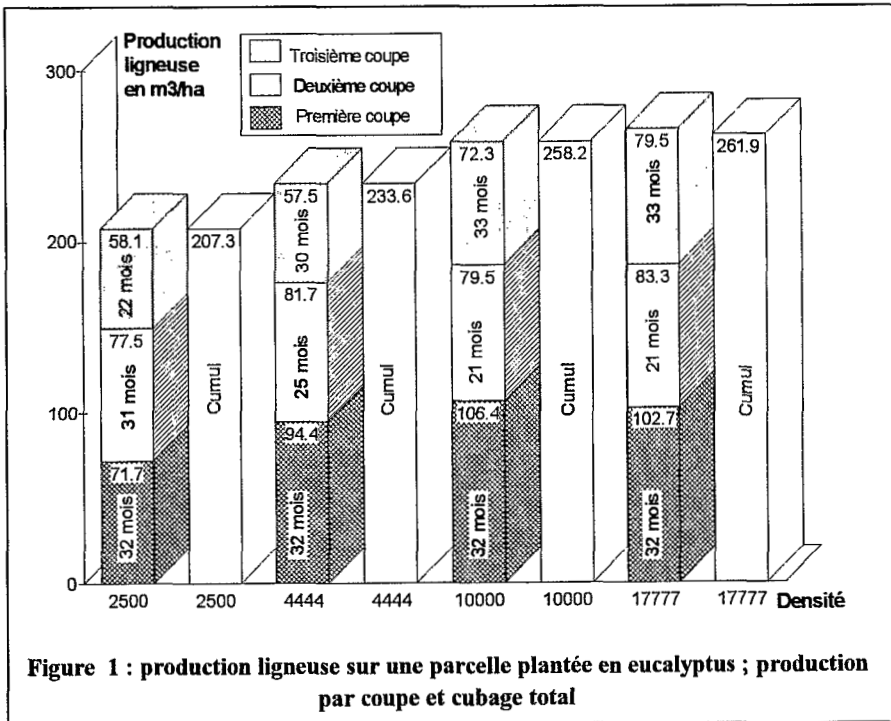
L'irrigation par submersion n'est intéressante que sur des micro-parcelles dans des zones à forte teneur d'argile. Néanmoins elle exige un planage rigoureux du terrain et se caractérise par des apports excessifs d'eau liés au caractère intermittent de l'irrigation.

Dans le contexte de la vallée du fleuve Sénégal, les plantations réalisées à partir de plants élevés dans des gaines de polyéthylène présentent (malgré un coût de revient du plant planté de 130 F) plus de garantie de réussite (bonne reprise, bonne croissance, bonne productivité) par rapport aux plantations à base de *barbatelles* qui exigent des irrigations régulières et importantes sur une longue période. Et contrairement aux zones sèches où les densités de plantations ne dépassent guère 1.100 pieds/ha du fait de la limitation des quantités d'eau disponibles dans le sol, en irrigué il est possible selon les

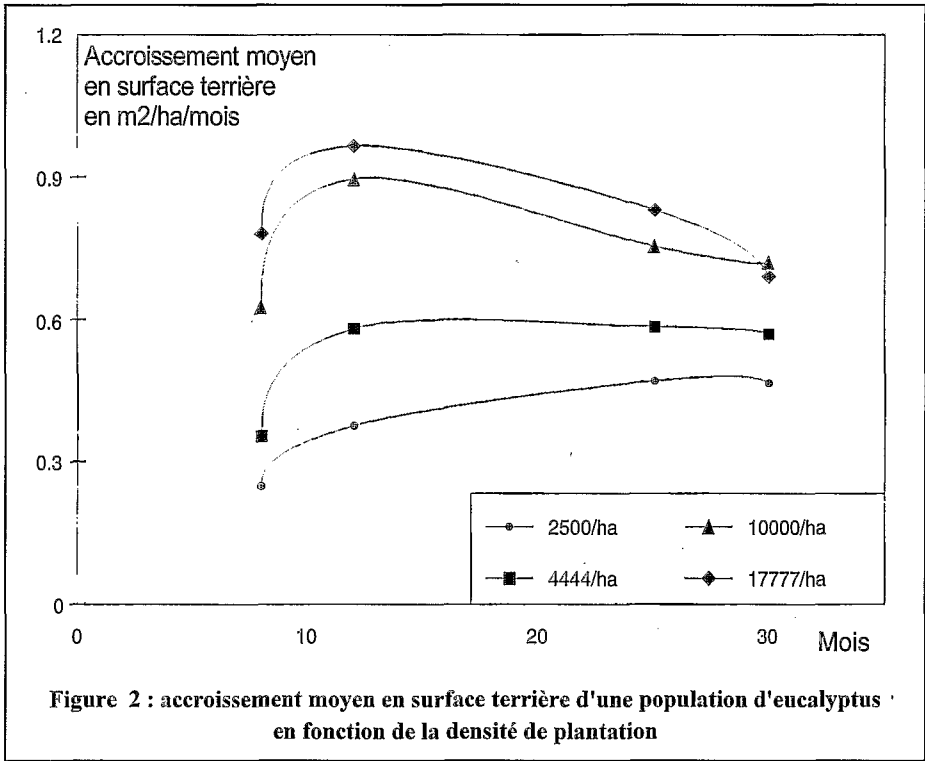
objectifs de production d'atteindre des densités de plantation jusqu'à 15 fois plus importantes.

### Densités et productions ligneuses

Contrairement aux zones sèches où les densités de plantation ne dépassent guère 1.100 plants/ha (écartement 3 m x 3 m) en irrigué, les densités préconisées pour une production ligneuse intensive varient de 2.500 plants à l'hectare (écartement 2 m x 2 m) à 17.777 plant/ha (écartement 0,75 m x 0,75 m). En condition expérimentale, l'exploitation des plantations se fait en moyenne tous les 29 mois avec des productions ligneuses cumulées sur 3 rotations de 207, 3 m<sup>3</sup>/ha pour la densité 2.500 plants/ha et de 261,9 m<sup>3</sup>/ha pour la densité 17.777 plants/ha, soit des accroissements moyens annuels de 29, 26 à 36, 54 m<sup>3</sup>/ha/an. Les figures 1 et 2 illustrent cet aspect pour des essais réalisés avec *Eucalyptus camaldulensis* à la station DRPF de Podor (Tamba et Harmand, 1985).



Le coût du plant planté est de 130 FCFA. Avec une densité de plantation de 5.000 plants/hectare, et des apports d'eau de 15.000 m<sup>3</sup>/ha/an, l'eucalyptus est l'espèce la plus intéressante sur le plan économique pour une production de bois de service. Du fait de sa croissance rapide, de son potentiel de production élevé sur trois années de végétation, le prix de revient des produits en bord de champs est alors de 317 FCFA par perche (Tamba et Harmand, 1985).



## PERSPECTIVES

Sur le plan technique, la Station de Recherches Forestières sous irrigation a mis au point un ensemble de référentiels techniques sur les systèmes d'irrigation, les choix des espèces, les méthodes d'évaluation de la production ligneuse qui doivent permettre de développer de nouvelles potentialités ligneuses par l'installation de plantations irriguées (Tamba et Harmand, 1985, Faye, 1987, Tamba, 1990, Tamba, 1992). Cependant la production ligneuse intensive sur des unités autonomes de production se heurte à un grand nombre de difficultés communes à toutes les productions en irrigué : la rentabilité des aménagements dans les conditions actuelles de fonctionnement n'est pas atteinte. Aussi l'intégration de l'arbre sous forme de brise-vent constitue une voie à privilégier.

## INTÉGRATION DE L'ARBRE SOUS FORME DE BRISE-VENT DANS LES SYSTÈMES DE PRODUCTION HYDRO-AGRIcoles

### Justificatifs

Dans cette zone nord du Sénégal très parcourue par des vents violents et fréquents, l'intérêt des brise-vents résulte de la limitation des effets mécani-

ques du vent et de la diminution de l'évapotranspiration. De plus, les conséquences néfastes dues à la création de gîtes pour les ravageurs des cultures adjacentes peuvent être minimisées par un choix judicieux des espèces, un bon schéma d'aménagement et une bonne gestion sylvicole des plantations.

Le développement de la double culture de riz en hivernage et en contre-saison chaude constitue un enjeu économique majeur dans le développement agricole de la vallée du Sénégal. L'intégration de l'arbre sous forme de brise-vent, présentant un double objectif de production ligneuse et de protection des cultures pour contribuer à l'amélioration de la productivité agricole, est à développer.

### Contraintes

Les contraintes identifiées lors des études socio-économiques sur l'intégration de l'arbre dans les systèmes de production irrigués sont de plusieurs ordres (Harmand, 1988, Faye 1987, Tamba, 1992) :

- Sur le plan technique, la non prise en compte de l'arbre dans la conception des aménagements, pose beaucoup de problèmes par la suite pour installer un réseau de brise-vent selon les normes.
- Sur le plan économique, l'intégration de l'arbre même sur un aménagement sommaire, occasionne des surcoûts dans sa réalisation, ce qui est peu motivant pour les paysans d'autant plus que les charges d'exploitation demeurent importantes.
- La mise en valeur extensive des périmètres irrigués et la concurrence des arbres constituent un obstacle important à l'intégration de l'arbre.
- La peur des dégâts aviaires en rapport avec l'importance des cultures céréalières reste vivace dans la mentalité des paysans (bien qu'injustifiée selon les espèces, le mode de boisement et de sa gestion sylvicole) (Harmand, 1988 ; Tamba, 1992).

### Espèces utilisables :

Avec un double objectif de production ligneuse et de protection des cultures, l'eucalyptus apparaît comme l'essence la plus profitable sur le plan économique en tant que culture de rente pour le paysan (production de perches pour le bois de service) (Tamba et Harmand, 1985, Faye, 1987, Harmand, 1988). De ce point de vue, cette espèce doit constituer la base d'un réseau de brise-vent. D'autres espèces peuvent être utilisées soit pour renforcer le dispositif à base d'eucalyptus, soit pour constituer un réseau de protection. Il s'agit de :

- *Racosperma holosericea* (*Acacia holosericea*)
- *Prosopis juliflora*
- *Parkinsonia aculeata*
- *Dalbergia sissoo*
- *Leucaena leucocephala*.

Cette dernière présente comme principal inconvénient malgré ses performances dendrométriques, son intérêt agronomique et fourrager, d'être très envahissante pour les terrains de cultures et les réseaux d'irrigation.

### Orientation, caractéristiques et structures des brise-vents

Si l'orientation des rideaux (NW/SE) perpendiculaire à la direction du vent dominant (Harmattan) est à privilégier, la fréquence importante des vents alizé et vents du sud en hivernage suppose la mise en place d'un réseau périphérique de tous côtés pour une meilleure protection des parcelles.

Pour être efficace, le rideau d'arbres doit être perméable et ne pas constituer une barrière infranchissable au vent. Le maillage à adopter pour un meilleur compromis entre réduction de la vitesse du vent et surface occupée par les brise-vents, correspond à des espacements entre les rideaux de 150 à 250 m pour des brise-vent de 10 à 12 m de hauteur (Harmand, 1988). L'adoption d'un maillage plus serré (50 x 70 m) suppose la suppression des lignes intermédiaires au fur et à mesure de la croissance en hauteur des arbres. Le non respect de cette règle engendre un envahissement des zones de cultures et un accroissement des effets dépressifs des arbres sur les cultures.

### Modèles de brise-vent

#### Brise-vents monospécifiques

L'essence utilisée par excellence est *Eucalyptus camaldulensis*. Selon les possibilités d'installation on peut préconiser :

- Les brise-vents monolinéaires avec des écartements sur la ligne de 1 m à 1,5 m soit des densités de 650 à 1.000 plants/km.
- Les brise-vents plurilinéaires avec des bandes périphériques de 2 à 3 lignes d'arbres ; Les écartements entre les lignes seront de 2 m et sur la ligne de 1,5 m. Les densités de plantations sont comprises selon le modèle entre 1.330 plants/km<sup>2</sup> à 2.000 plants/km<sup>2</sup>.

Exemple : bandes périphériques de 3 lignes d'arbres avec :

*Eucalyptus.*

XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXX

Ecartement entre ligne : 2 m

Ecartement sur la ligne : 1,5 m.

#### Les brise-vents plurispécifiques

Un brise-vent dégarni à la base composé d'une bande de 3 lignes d'eucalyptus se comporte comme un rideau perméable dont l'efficacité est augmentée en remplaçant une ligne d'eucalyptus par une ligne d'*Acacia holosericea*, de *Prosopis juliflora* ou de *Parkinsonia aculeata* fermant le bas étage.

Cependant 2 lignes d'une de ces 2 premières espèces rendent le brise-vent trop compact et moins efficace que le modèle initial. Dans le cas d'un brise-vent pur d'eucalyptus, l'exploitation partielle des lignes et l'utilisation des rejets de souches comme bourrage est suffisante pour obtenir une bonne efficacité sans avoir recours à d'autres essences.

Exemples de modèles plurispécifiques à 3 lignes d'arbres.

X = <i>Eucalyptus</i>	XXXXXXXXXXXX
O = <i>Acacia holosericea</i>	OXXOXXOXX
D = <i>Prosopis juliflora</i> ou <i>Parkinsonia</i>	DDDDDDDDDD
Distance entre les lignes : 2 à 2,50 m	XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX
Distance sur la ligne : 2 m	OOOOOOOOO DDDDDDDDD
Densité : 1 500 plts/ha	XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX

Cependant l'eucalyptus, très concurrent, est à utiliser avec prudence et de préférence dans le réseau périphérique.

### Production ligneuse des brise-vent à base d'*Eucalyptus camaldulensis*

L'évaluation de la production ligneuse a été réalisée sur des réseaux brise-vent à base d'eucalyptus implantés au niveau de 2 périmètres irrigués villageois (PIV). Dans le PIV de Niandane (Podor), le réseau périphérique est composé de 2 lignes d'arbres, et le réseau intermédiaire de 1 ligne d'eucalyptus selon une maille moyenne de 120 / 70 m.

Dans le casier rizicole de Ntiago, le réseau brise-vent est constitué d'une ligne périphérique implantée au niveau du réseau de drainage.

L'exploitation partielle des différents réseaux a permis de faire le cubage des arbres selon la méthode classique de découpage fictif de l'arbre en billon de 1m de long jusqu'au fin bout. Le volume V de l'arbre est ainsi assimilé à une succession de cylindres de 1m de longueur dont la circonférence (ci) a été mesurée à mi-longueur. V est donné théoriquement par la relation :

$$V = \frac{\sum ci^2}{4\pi}$$

Nous avons pu évaluer la production ligneuse et établir un "tarif" de cubage spécifique à l'eucalyptus en brise-vent et qui permet d'évaluer le volume sur pied des arbres selon la formule (Tamba, 1991) :

$$V = 0,6424 \cdot c^{2,433} \quad (R = 0,95)$$

avec : V : Volume fin-bout en m<sup>3</sup>  
C : circonférence (en m) mesurée à 1,3 m du sol

Le tarif est applicable pour des plantations de 3 à 5 ans et des valeurs de diamètre variant de 10 à 69 cm.

Les différentes productions obtenues sont les suivantes :

Modèle de brise-vent	Piv de Niandane				Casier rizicole de Ntiago			
	Age	Ecartement sur la ligne	Densité	Production	Age	Ecartement	Densité	Production
Monolinéaire	3-5 ans	1.05m	952/km	16.1 m <sup>3</sup> /ha/an	6 ans	3m	333/km	11.5 m <sup>3</sup> /ha/an
Bilinéaire	3-5ans	1.1m	1818/km	26 m <sup>3</sup> /ha/an	---	---	---	---

La production des brise-vent monolinéaires est très variable de 12 à 22 m<sup>3</sup>/ha/an selon les lignes. Cette variation est liée à une alimentation en eau des rideaux différente selon les zones du périmètre.

Dans le casier de Ntiago, la faible production reste liée à l'âge d'exploitation élevé du peuplement ainsi qu'au faible taux d'utilisation du périmètre irrigué (une culture de riz par an) et aux écartements très importants.

### Influence des brise-vent sur la production agricole

L'étude menée concerne les rendements obtenus dans 2 PIV dans la zone limite du delta et de la basse vallée du fleuve Sénégal. Chaque PIV couvre une superficie brute de 25 ha. Sur le PIV protégé le réseau brise-vent en *Eucalyptus camaldulensis* mis en place en 1989 par le projet "Pôles Verts" est constitué d'une double ligne périphérique composée de 2.000 arbres et d'une ligne intermédiaire de 500 arbres. L'exploitation a été réalisée en 2 phases et les produits vendus sous forme de bois de service pour la construction.

L'évaluation des effets sur le rendement a été faite à partir des carrés de sondage en partant du brise-vent vers l'intérieur du périmètre ; il a été observé :

- une perte de rendement de 60% environ aux abords du brise-vent sur une bande de 3 m de large.
- une perte de rendement de 50% en moyenne sur une bande de 8 à 10 m de large.

Au delà, la concurrence n'est pas manifeste. Etant donné que la concurrence hydrique devrait être limitée du fait de l'irrigation par submersion pratiquée pour la culture du riz, les effets dépressifs des arbres pourraient être dus à des facteurs physiologiques et d'alimentation minérale.

Cependant pour la culture de contre-saison chaude, il a été noté une amélioration du rendement de 23% obtenue au niveau du PIV protégé par rapport au PIV non protégé. Et les revenus tirés de la vente des perches peuvent améliorer de 20% le revenu moyen annuel par hectare cultivé.



## CONCLUSION

L'intégration de l'arbre dans les périmètres irrigués villageois sous forme de brise-vent et présentant un double objectif de production ligneuse et de protection des cultures est une voie à privilégier pour tirer parti des aménagements hydro-agricoles et améliorer sensiblement les revenus monétaires des paysans avec un objectif majeur de lutte contre la désertification par l'intégration de la notion de gestion des ressources naturelles dans la logique agricole des systèmes de production en irrigué.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Daffé, M., Laura, P et Cissé, S., 1991, Etude de la problématique du bois combustible dans le département de Podor. *SIC/SAS, MDRH, DEFCCS et DCCE. Dakar, Sénégal, Rapport final, 78 p.*
- Faye, B., 1987, Contribution à l'étude des contraintes et des possibilités d'intégration de l'arbre dans les périmètres irrigués villageois. *Mémoire de fin d'étude. Institut Polytechnique Rural de Katibougou (Mali), 87 pages.*
- Harmand, J. M., 1988, Création de "Pôles verts". Rapport technique sur l'introduction de l'arbre dans les aménagements hydro-agricoles de la vallée du fleuve Sénégal. *Rapport technique CTFT Dakar, 81 pages.*

□ Tamba, A. et Harmand, J. M., 1985, Biomasse ligneuse et étude technico-économique du prix de revient du bois d'eucalyptus produit en irrigué à la station de Nianga / Podor. *ISRA / DRPF, Dakar, 21 pages.*

□ Tamba, A. 1990, Synthèse des travaux de recherches sur les reboisements sous irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. *ISRA / DRPF, Dakar, 14 pages.*

□ Tamba, A., 1991, Projet de plantations forestières sous irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. *Rapports d'exécution, ISRA/CRDI, Dakar, 34 pages.*

□ Tamba, A., 1992, Projet de plantations forestières sous irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal. *Rapports d'exécution, ISRA/CRDI, Dakar, 42 pages.*

□ □ □



# Risques sanitaires et aménagements hydro-agricoles : un couple inséparable ?

## L'exemple du périmètre de Diomandou

□ □ □

P. Handschumacher\*, G. Hébrard\*\*, O. Faye\*\*\*,

J-M. Duplantier\*\*\*\*, O. T. Diaw\*\*\*\*\* et J-P. Hervé\*\*

\* Géographe, ORSTOM, BP 1386, Dakar    \*\* Entomologiste, ORSTOM, BP 1386, Dakar

\*\*\* Entomologiste, Université C. A. Diop, Dakar    \*\*\*\* Mammalogiste, ORSTOM, BP 1386, Dakar

\*\*\*\*\* Entomologiste, ISRA, LNERV

Les conséquences sanitaires de la mise en oeuvre d'aménagements hydro-agricoles de grande ampleur sont désormais prises en compte par les aménageurs, opérateurs et autres décideurs. Cependant, certains épisodes, certes de grande importance pour la santé des populations, font peut-être penser un peu rapidement à un "déterminisme" inéluctable, et malheureusement négatif, des aménagements hydro-agricoles et, d'une manière générale, des opérations dites de "développement" sur la santé des populations riveraines. On peut ainsi citer le cas de la vallée du Nil et le développement de bilharziose qu'elle a connu à la suite de la mise en eau du barrage d'Assouan, ou, plus proche de nous, le cas de Richard-Toll, frappé par une épidémie de bilharziose intestinale. Les exemples sont malheureusement beaucoup plus nombreux. Cependant, il est patent qu'en se situant aux échelles de transmission des phénomènes pathologiques, les relations de type "cause à effet" apparaissent de manière beaucoup plus fine, obligeant à nuancer considérablement un tel discours.

Le processus d'aménagement dans la vallée du fleuve Sénégal connaît une évolution récente en raison de la mise en eau des barrages de Diama (1986) et de Manantali (1988). La société "traditionnelle" voit son milieu se modifier de manière rapide. S'il est vrai que l'existence de périmètres irrigués est ancienne (dans la moyenne vallée, celui de Guédé-Chantier date de 1937, Richard-Toll comme lieu de recherches agronomiques du XVIII<sup>e</sup> siècle), ce regain de création de périmètres hydro-agricoles donne l'occasion d'évaluer en temps réel l'évolution de l'environnement.

C'est pour connaître l'état sanitaire des populations riveraines, et ses changements en fonction des modifications imposées à l'environnement par des actions de "développement", qu'a été mise en place une opération de

recherche pluridisciplinaire dans la vallée du fleuve Sénégal, et, en particulier, sur le site de Diomandou<sup>1</sup> (voir carte générale).

Il a d'abord fallu resituer, d'un point de vue sanitaire, les zones étudiées dans leur contexte régional, afin de dégager les indicateurs pertinents pour la définition de la notion de risque et son évolution. A partir de cette caractérisation a pu être entrepris un suivi de plusieurs situations, à la suite des modifications de l'environnement, en privilégiant une approche spatiale et sociale. La comparaison de situations diverses nous montre ainsi que le risque sanitaire n'a rien d'une conséquence automatique et inéluctable, mais traduit, dans chaque cas, des spécificités de potentialités et de gestion de l'environnement.

## LA SITUATION DE QUELQUES GRANDES ENDÉMIES À VECTEURS DANS LA PÉRIODE "AVANT-BARRAGE".

Dans cet environnement marqué par la sécheresse, toute la population se tourne à un moment ou un autre de l'année, vers le fleuve Sénégal. Avec l'avènement des grands barrages, on comprend donc que, dans ce milieu sahélien, le risque sanitaire majeur soit lié aux maladies à transmission hydrique. Seules méritent d'être analysées dans cet article les maladies susceptibles de permettre une comparaison de la situation avant et après barrage.

Certaines de ces endémies, véritables fléaux dans de nombreuses vallées ouest-africaines, ne sont heureusement qu'anecdotiques dans la vallée du fleuve Sénégal, du moins dans ses cours moyen et inférieur.

Ainsi, l'onchocercose n'apparaît, pour la rive sénégalaise, qu'en amont de Bakel, sur les rives du fleuve lui-même ainsi que sur celles d'un de ses principaux affluents, la Falémé, en raison de conditions favorables au développement du vecteur *Simulium damnosum* (présence des derniers seuils rocheux en amont de Bakel). Aussi l'onchocercose, véritable problème et frein à l'aménagement des vallées soudaniennes d'Afrique de l'Ouest, n'est-elle ici, en l'état actuel, qu'un problème limité au haut bassin du fleuve Sénégal.

Il en est de même avec la trypanosomiase humaine, dont on observe actuellement la recrudescence dans de nombreux sites d'Afrique de l'Ouest et centrale. Décrite au début du siècle, il n'en a plus jamais été fait mention dans cette région depuis. Le vecteur nécessitant, pour se reproduire, des zones humides et ombragées (forêts-galeries, cours d'eau dans les massifs forestiers), et, pour circuler, des zones protégées d'une lumière trop vive (plantations, vergers, forêts-galeries, massifs forestiers), le risque inhérent au développement de cette pathologie dans le contexte de l'après-barrage n'apparaît guère plausible.

---

<sup>1</sup> Ce programme, a fait l'objet d'un financement du Ministère de la Recherche et de la Technologie français. Il a pour objectif final la mise en place de plans de prévention et de lutte adaptés aux conditions nouvelles découlant des aménagements.

La prévalence du paludisme, faible à très faible dans le delta et la basse vallée, au climat sahélien à sub-saharien (zone d'hypo- à méso-endémie), augmente dans le cours supérieur de la vallée au climat soudanien (hyperendémie et même holoendémie) (Moulinier et Diop, 1974). Ces mêmes auteurs notent un gradient décroissant de l'endémie selon un transect perpendiculaire au fleuve, ainsi que des disparités villes-campagnes. Les enquêtes entomologiques de Vercruyse (1985a) confirment ces résultats.

Cette gradation de la prévalence est liée à la transmission. Celle-ci dépend de la durée de la saison des pluies. En effet, les gîtes des anophèles-vecteurs (presque exclusivement *An. gambiae s. l.*, tout au moins jusqu'au niveau de Bakel) sont constitués par les nombreuses dépressions du sol, naturelles, d'origine animale (empreinte de sabots du bétail) ou encore dues aux activités humaines (fosses, ornières, puits etc.). Ils sont généralement temporaires, et leur productivité dépend de la pluviométrie, se réduisant, voire disparaissant, pendant la saison sèche. La présence de gîtes potentiels le long du Fleuve est en outre liée à la décrue, et prolonge d'au moins trois mois la durée de la transmission à proximité du cours d'eau.

La transmission du paludisme dans la vallée est donc typiquement **saisonnière**, courte (2 à 3 mois) ou longue (environ 6 mois), suivant les conditions du milieu. Elle est inexistante ou très faible pendant au moins la moitié de la saison sèche. La crainte d'une éventuelle augmentation de la morbidité palustre, à la suite des aménagements hydro-agricoles, repose essentiellement sur la pérennisation des surfaces en eau, et donc du passage d'une transmission saisonnière à une transmission continue.

Les bilharzioses sont devenues le souci majeur des services de santé depuis 1986. Jusqu'en 1989, seule la bilharziose urinaire était présente dans le delta et la moyenne vallée du fleuve Sénégal. La bilharziose urinaire est une trématodose due à *Schistosoma haematobium*, dont l'hôte intermédiaire est un mollusque du genre *Bulinus*. Ce mollusque peut supporter de longues périodes de sécheresse en s'enfouissant dans le sol lors de l'assèchement des mares. Ceci lui permet de survivre durant la longue saison sèche. Il est donc particulièrement adapté à l'environnement sahélien.

Une des caractéristiques majeure de l'endémie bilharzienne est sa très grande focalisation, rendant délicate toute tentative de changement d'échelle en se basant sur des données ponctuelles. Cependant, par des études antérieures à la mise en eau de Diama, il est possible de distinguer une augmentation de la maladie vers la partie amont de la vallée. On observe des prévalences plus élevées dans le département de Matam que pour le reste de la vallée, hormis Lampsar dans le delta (Parent *et al.*, 1982) (Chaîne et Malek, 1983).

Le foyer de bilharziose urinaire le plus anciennement connu est celui de Lampsar. Vercruyse (1985b) constate une prévalence de 25% chez les habi-

tants du village de Lampsar, qu'il convient de ne pas confondre avec les rive-rains du marigot du même nom.

Autour de Podor, notamment dans les périmètres de Nianga et de Guédé ainsi que dans des mares isolées, la présence de bulins est signalée. L'absence d'enquêtes ne permet cependant pas d'avoir une idée précise de l'importance de cette endémie, tant du point de vue de la répartition que des prévalences. Watson (1969) cite une prévalence de 15 à 20% de bilharziose urinaire sans que l'on puisse identifier l'existence de sites de transmission, les données provenant des structures médicales. Vercruysse (1985b) signale une préva-lence de *Schistosoma haematobium* de 33% dans le village de Guédé-Chantier situé en bordure du plus ancien périmètre de la moyenne vallée, mais de seu-lement 3,3% pour Ndioum, chef-lieu de sous-préfecture, située sur la route de *jeeri* à seulement 15 km de là.

Parent *et al.* (1982) mettent en évidence une discordance spatiale dans la répartition de la maladie entre les populations d'agriculteurs résidant en bor-dure de *waalo* et les éleveurs peul qui vivent dans le *jeeri* et le Ferlo, condui-sant leurs troupeaux vers les pâturages et les points d'eau. Les populations de pasteurs peul vivant loin du fleuve sont plus parasitées que celles dont les parcours les mènent en bordure du *waalo*. Pression aux points d'eau, contacts répétés avec des mares temporaires différentes peuplées de bulins, et vastes circuits migratoires vers le département de Matam des populations peul de la zone éloignée du Fleuve, pourraient expliquer ces différences de prévalence.

Ainsi, paludisme et bilharzioses, présents tout le long du fleuve à des degrés divers dans la période de l'avant-barrage, constituent des marqueurs pertinents de l'évolution sanitaire consécutive aux changements de l'environnement et de sa gestion dans le contexte de l'après-barrage.

Il serait possible de poursuivre ce catalogue de pathologies en incluant no-tamment les maladies de carence qui ont été décrites lors de la vaste enquête de la MISOES en 1960, les MST, les affections dermatologiques, virales ou bactériennes. Cependant, hormis les problèmes nutritionnels analysés par ailleurs dans cet ouvrage, il est difficile d'évaluer les répercussions que peu-vent avoir sur ces pathologies les mutations actuelles de l'environnement dans la vallée du fleuve Sénégal, en raison de l'absence de données suivies sur la période avant-barrage.

## UNE SITUATION EN MUTATION : LE PÉRIMÈTRE DE DIOMANDOU (MO 6 BIS)

### Les questions épidémiologiques posées par la structuration sociale de l'espace

Dans le cadre d'un programme d'aménagement hydro-agricole financé par le FED (Fond Européen de Développement) dans le département de Podor

(AGRER, 1986), un premier périmètre irrigué de 582 ha aménagés (MO6 bis), a été mis en culture sur les bords du Doué, bras du Sénégal. Il est exploité par les habitants des villages Toucouleur de Diomandou, Tialaga, Dodel, et les communautés peul de Diouwanabé et Walalnabé, ces derniers étant localisés essentiellement dans le hameau de Diami-Bayla (Figure 1).

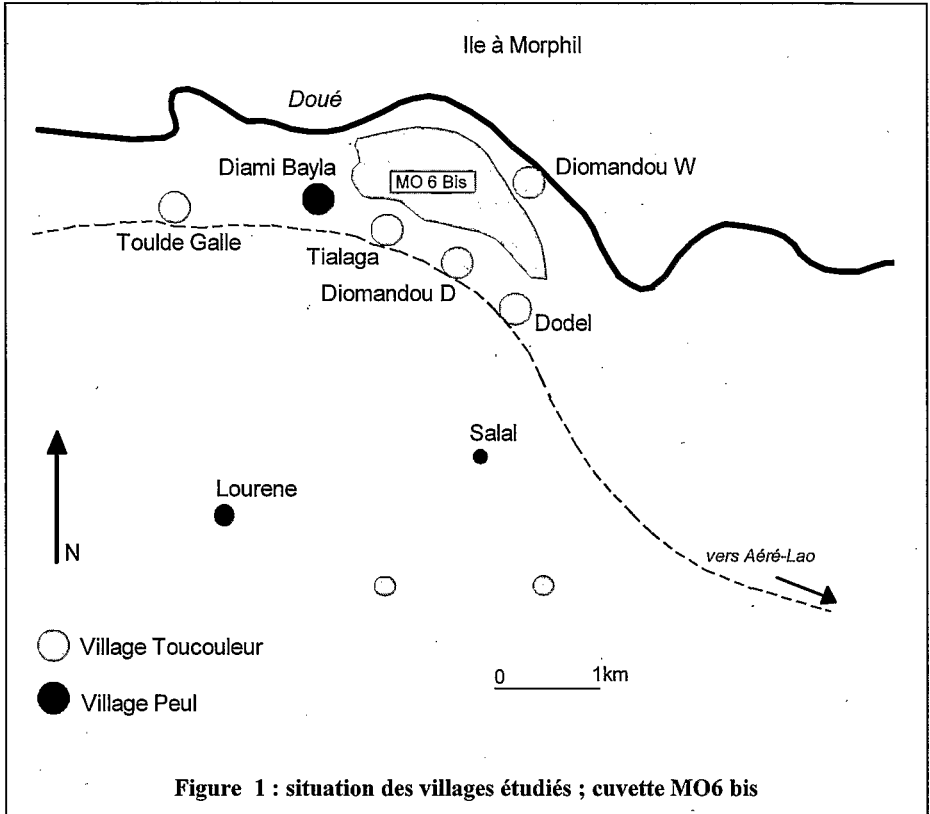


Figure 1 : situation des villages étudiés ; cuvette MO6 bis

Ces cinq villages ou collectivités agro-pastorales présentent la physionomie classique des villages de la moyenne vallée, éléments de cette unité appelée *leydi* décrite en détail par J. Schmitz (1986). Les *leydi* représentent une structure dans laquelle les différentes composantes sociales (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs), résidant dans des villages plus ou moins spécifiques, se révèlent complémentaires dans leurs activités et la gestion de l'espace qui en résulte. Il s'agit bien sûr d'un schéma simplifié, la réalité pouvant se révéler plus complexe que cette spécialisation théorique.

Cette conjugaison des facteurs ethniques et statutaires, en liaison avec les activités, a contribué à forger un espace traditionnel différencié dans l'espace et le temps par la domination des groupes qui composent la société *haalpulaar*.

Les types de culture pratiqués en fonction des unités morphologiques permettent de préciser les potentialités de contact homme-hôte intermédiaire ou vecteur, en mettant en évidence les parcours, mais également les pratiques culturales (durée de présence dans les parcelles en fonction du type de culture, de l'époque ; résidence sur les lieux de culture éloignés ou nécessitant un gardiennage constant), et donc de déterminer les populations à risque pour chacune des endémies étudiées.

De même, les activités dites secondaires sont suffisamment spécifiques pour permettre d'individualiser un certain nombre de populations (essentiellement les pêcheurs et les éleveurs) soumises à un contact homme/eau différencié.

Enfin, les diverses activités agricoles supposent des pratiques culturales diverses, individuelles ou communautaires, ainsi que l'éventuelle nécessité de faire venir des travailleurs extérieurs à la zone ou d'avoir recours au "fermage" et au travail "salaire" en général. Ces pratiques culturales peuvent donc entraîner des mouvements de population susceptibles de véhiculer des agents pathogènes ou de mettre au contact des vecteurs, des populations a priori exemptes de risques. Avant même d'analyser les variations de prévalence des indicateurs de santé retenus, il importe donc d'identifier les spécificités de chaque espace et des potentialités de transmission qui en dépendent. Le passage de critères sociaux d'attribution des terres à des critères technocratiques ne va-t-il pas alors modifier les espaces de vie et, partant, les risques de transmission ?

### Le passage de l'agriculture de décrue à l'agriculture irriguée ou du groupe social au village

Autour de l'espace occupé aujourd'hui par le périmètre MO 6 bis, le contrôle territorial était largement fonction de l'activité traditionnelle des groupes sociaux. Ainsi les *SubalBe*, dont le village d'origine est situé en bordure du fleuve, dominent l'espace qui borde le Doué, *falo* et *foonde*. Au contraire, les Peul, centrés par tradition pastorale dans le *jeeri*, apparaissent peu dans l'exploitation des terres localisées dans le lit majeur du fleuve. Ceci ne veut pas dire qu'ils sont absents du *waalo*. Mais, par contre, ils sont présents dans l'exploitation des terres de *jeeri* au même titre que les autres communautés (hormis les *TooroodBe* qui semblent négliger encore plus que les autres groupes cette agriculture à haut risque).

Retranscrite au niveau des villages, cette répartition de l'espace agricole apparaît de manière quelque peu différente malgré la présence dominante de tel ou tel groupe statutaire ou ethnique.

Les concessions de Dodel et Diomandou accordent une très nette préférence aux cultures pratiquées dans le lit majeur du Doué, alors que les habitants de Diami-Bayla et Diouwanabé, les deux communautés peul, partagent leurs activités agricoles entre *waalo* et *jeeri*. Si les résultats apparaissant pour deux villages peul, ainsi que pour le village de *SubalBe*, correspondent aux chiffres



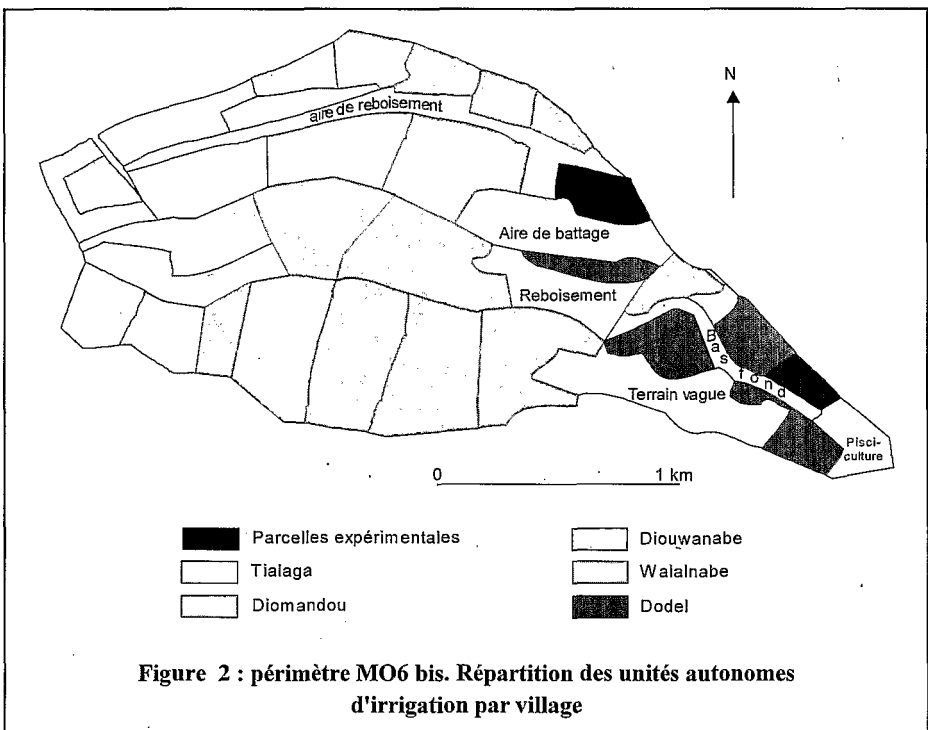
obtenus pour l'ethnie ou le groupe statutaire dominant, il n'en est pas de même pour Dodel ni pour Tialaga, tous deux villages dominés par les *TooroodBe*.

Hormis la culture de *falo* qui occupe une place réduite dans l'exploitation, les concessions de Dodel ont une forte emprise sur l'ensemble des unités morphologiques qui constituent leur terroir. Au contraire, les exploitations de Tialaga se singularisent par une très faible utilisation agricole de leur terroir "traditionnel".

L'explication de ce constat surprenant réside dans la mise en place du périmètre irrigué, élément modifiant la gestion traditionnelle de l'espace.

Élément importé par un organisme extérieur, le périmètre irrigué est régi par un certain nombre de règles nouvelles, indépendantes de la structure sociale préexistante. Le principal critère d'attribution par la SAED, est la force de travail disponible dans les concessions. Théoriquement donc, l'importance sociale du chef de *galle* n'est pas prise en compte et les concessions de *TooroodBe* ou de *MaccuBe*, de *SubalBe* ou d'*AwluBe*, de Toucouleur ou de Peul, ont les mêmes chances de se voir attribuer une parcelle.

Cependant, les aménageurs n'ont pas pu nier l'appartenance villageoise des terrains utilisés pour la mise en place du périmètre irrigué, et chaque village reçoit donc une superficie du périmètre au prorata de ses possessions traditionnelles dans les cuvettes aménagées (Figure 2).



Si les différences des superficies irriguées n'apparaissent pas de façon notable selon les groupes statutaires (la part importante contrôlée par les *SubalBe* est plus lié à la fraction importante possédée par le village de Diomandou, dans la cuvette aménagée (4 *kolaaDe*), qu'à un quelconque privilège social), il n'en va pas de même selon les villages.

Les village de Tialaga et de Dodel, tous deux majoritairement peuplés de *TooroodBe*, représentent un exemple de ce phénomène : les cultures traditionnelles sont réduites à la portion congrue, et tous les efforts des villageois sont orientés vers le périmètre irrigué pour le premier alors que, pour le second, autrefois peu concerné par les cuvettes désormais aménagées, les villageois sont obligés de mettre l'accent sur les cultures traditionnelles n'ayant qu'un accès restreint au périmètre.

	Irrigué	
	Superf.	Nb. Parc.
<i>TooroodBe</i>	0,7 ha	1,0
<i>RimBe</i> Peul	0,8 ha	1,0
<i>SubalBe</i>	1,1 ha	1,2
<i>MaccuBe</i>	0,8 ha	0,9
Castés	0,4 ha	0,7
Autres	0,4 ha	0,4

Tableau 1a

	Irrigué	
	Superf.	Nb. Parc.
Dodel	0,3 ha	0,6
Diomandou	1,0 ha	1,1
Tialaga	1,2 ha	1,5
Diami-Bayla	0,8 ha	1,2
Diouwanabé	0,9 ha	1,1

Tableau 1b

Ainsi, deux villages qui avaient des terroirs axés sur les cuvettes du *waalo* et pratiquaient de manière similaire l'agriculture de décrue, apparaissent-ils désormais sinon opposés, du moins orientés vers des perspectives divergentes.

Les risques de contact homme-vecteur ou hôtes intermédiaires, quelles que soient les possibilités d'installation et de développement de ceux-ci, ne sont donc plus comparables avec la situation qui prévalait avant la mise en eau du périmètre. La conjonction des différents facteurs analysés soulève ainsi un certain nombre de questions en terme de risques sanitaires par rapport à la modification de l'utilisation de l'espace.

Or cette notion de risque de contact n'est cependant pas synonyme d'apparition ou de développement d'épidémies. Ainsi, malgré l'existence de potentialités nombreuses, tant du point de vue du développement des vecteurs de pathologies que de leur contact avec l'homme, donc de l'existence de risques théoriques, aucun problème sanitaire ne s'est véritablement développé entre 1989 et 1992.

Mais cette situation n'est en aucun cas figée. Malgré le déplacement des risques climatiques vers des risques de nature économique (Lericollais, 1989), l'agriculture irriguée suscite les convoitises des différents villages, réveillant d'anciens contentieux. Aussi la compétition est-elle vive entre les villages riverains des périmètres, voire entre les exploitants d'un même village, et les cultures irriguées semblent devoir supplanter à terme les cultures traditionnelles lorsque les possibilités existent.

## Une absence de modifications pathologiques

### Les bilharzioses

Jusqu'à présent il n'y a pas de schistosomiasis autochtones dans le périmètre. *Schistosoma haematobium* y a été rencontré à huit reprises (sur 1294 échantillons d'urine examinés) et *Schistosoma mansoni* une seule fois (1181 examens de selles). Il s'agissait de cas importés.

L'origine de la maladie est donc à rechercher dans les voyages effectués antérieurement par les personnes parasitées. Cinq des huit personnes parasitées par *Schistosoma haematobium* sont des élèves coraniques envoyés auprès d'un marabout par leurs parents. Ils sont originaires de la région du Sénégal oriental. Deux autres malades sont originaires de la zone, mais ont effectué un voyage près de Matam où la bilharziose urinaire est répandue. Seul le dernier cas est troublant, car le sujet ne semble pas avoir quitté la zone.

Les cas des personnes parasitées par les schistosomes mettent en relief le rôle épidémiologique des mouvements de populations. Les aires de vie, notamment pour les pêcheurs qui partent en campagnes de pêche durant la morte saison agricole (jusqu'en Casamance au sud du pays) et les Peul suivant les troupeaux, débordent ainsi largement leur seul lieu de résidence.

L'absence ou la faiblesse des populations d'hôtes intermédiaires expliquent l'absence actuelle de transmission sur le site.

*Bulinus senegalensis* (hôte de la schistosomiase urinaire) a été récolté une fois dans un canal d'irrigation. Les *Biomphalaria* sont absents du périmètre qui ne présente pas encore de conditions favorables à l'installation et au développement de ces mollusques.

Mais les enquêtes malacologiques réalisées en 1991 et 1992, donc postérieures à la mise en place du barrage de Diama, dans les périmètres beaucoup plus anciens de la moyenne vallée (Guédé, 1937 ; Nianga, 1976), ont permis la récolte de *Bulinus senegalensis* et de *Bulinus truncatus*, tandis que des cas de schistosomiasis urinaires ont été signalés à Niandane, Guia et Nianga (villages des environs de Podor).

Le périmètre de Diomandou doit donc être considéré comme une zone à risque et bénéficier d'une surveillance permanente pour suivre une éventuelle implan-

tation des schistosomoses urinaires et intestinales qui ferait suite à celle de leurs hôtes intermédiaires.

### Le paludisme.

La transmission du paludisme est assurée ici par deux membres du complexe *Anopheles gambiae* : *An. gambiae s. s.* et *An. arabiensis*. Or l'irrigation du périmètre a entraîné une pullulement des moustiques en général et d'*An. gambiae s. l.* en particulier. En outre *An. gambiae s. l.* est présent toute l'année à Diomandou, avec une plus grande abondance en saison des pluies et au début de la saison sèche. La transmission ne semble cependant pas avoir été influencée ni par cette augmentation de la densité vectorielle, ni par la croissance du taux de parturité<sup>2</sup> des femelles (vieillissement de la population vectrice, donc accroissement théorique de ses capacités à transmettre), ni par une pérennisation d'anophèles du complexe *gambiae* (Faye *et al* 1993a). En effet, les indices parasitaires enregistrés chez les enfants de 0 à 9 ans restent faibles. Ils sont même parfois légèrement inférieurs à ceux observés dans la zone avant la mise en place du périmètre (Parent *et al.*, 1982). Il en est de même en ce qui concerne les sujets venus à la consultation dans les postes de santé, avec des symptômes évocateurs d'accès palustres (Faye *et al* 1993b).

La paradoxale faiblesse de ces indices peut s'expliquer par plusieurs facteurs :

- La faible transmission, en raison de l'accès difficile aux hôtes humains qui dorment sous des moustiquaires et de la présence d'hôtes alternatifs qui facilite une déviation animale relativement importante des vecteurs. Il semble en outre, que les rizières aient été, dans cette région, plus favorables au développement des populations d'*An. arabiensis*, plus zoophile, que de celles d'*An. gambiae*.
- La probable incapacité des vecteurs à transmettre le paludisme pendant la saison sèche à cause de conditions climatiques défavorables (température trop faible).
- La consommation de chloroquine relativement importante lors des symptômes évocateurs de paludisme, ou considéré comme tels. Cette automédication participe très certainement à la réduction de la prévalence parasitaire et, probablement, de l'incidence du paludisme.

En conclusion, il ressort des études conduites dans cette zone sahélienne du Sénégal que l'irrigation du périmètre rizicole de Diomandou n'a pas augmenté la quantité de transmission du paludisme et n'est pas à l'origine d'une augmentation des indices parasitaires.

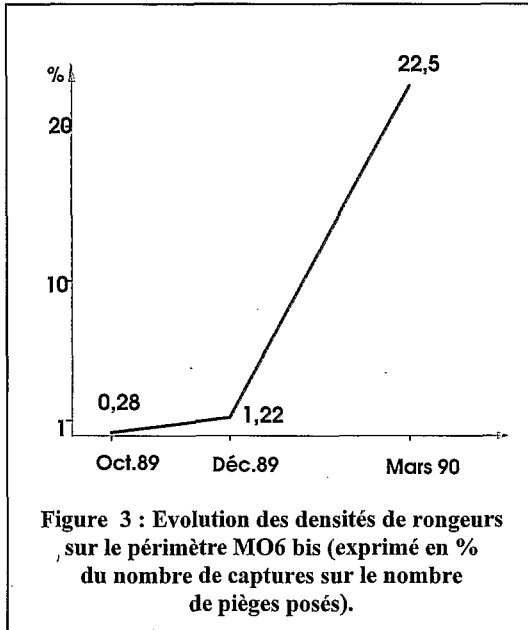
Il faut noter que les gens dormant hors des habitations en hivernage en raison de la chaleur qui y règne, se trouvent directement exposés aux piqûres des

---

2 Proportion de femelles "pares" par rapport au nombre total de femelles capturées

anophèles. Mais ceux-ci se reposent ensuite dans les maisons. Ce comportement particulier du vecteur, souvent évoqué mais rarement prouvé, qui devient ici le cas général, permet d'envisager les traitements à domicile d'insecticides rémanents pour la lutte antipaludique.

D'autres indicateurs évoqués dans la littérature ont été recherchés sans pour l'instant montrer d'évolution sensible. On peut citer pour mémoire la leishmaniose, la borréliose et les arboviroses.



Par contre, sans être directement un problème sanitaire, un fait inquiétant est très vite apparu : après la mise en eau du périmètre, la densité de rongeurs a augmenté de près de 100 fois (le rendement des piégeages passant de moins de 1% à 22% sur une période de deux ans). Au début, seul *Arvicanthis niloticus* était présent, puis est apparu *Mastomys erythroleucus*. Les deux mêmes espèces ont été rencontrées dans les villages : *Arvicanthis* autour des parcs à bétail, *Mastomys* dans les maisons (Figure 3).

Il apparaît que, dans un deuxième temps, la situation

s'est stabilisée : en 1991, il n'y a pas de nouvelle espèce signalée sur la zone, et nous observons un certain équilibre quant à la densité des populations de rongeurs. La situation s'est de nouveau modifiée en 1992 : les enquêtes conduites en juin font état d'une densité quasiment nulle sur le périmètre. Cet arrêt du pullulement est consécutif à la modification, en 1992, des pratiques culturelles, et en particulier, à l'abandon des cultures de contre-saison, facteur d'assèchement du périmètre.

Enfin *Mastomys huberti*, espèce inféodée au milieu humide, a été capturé à Dodel (village du périmètre MO6 bis), plus de 100 km à l'est des limites connues de son aire de répartition. La création de superficies irriguées importantes dans la moyenne vallée du fleuve est à l'origine de cette extension. Or, en plus de leur action de ravageurs de cultures, les rongeurs sont des réservoirs d'agents pathogènes importants, notamment les borrélioses, leptospiroses, certaines viroses dont la fièvre de la vallée du Rift, voire peut-être la bilharziose intestinale.

## DIOMANDOU, UN EXEMPLE REPRÉSENTATIF DES RISQUES SANITAIRES ?

La durée de suivi du périmètre de Diomandou nous oblige à conserver la plus grande prudence quant aux risques à venir. Cependant le facteur temps n'a pas la même signification en fonction des lieux, car il recouvre, selon les cas, des modifications plus ou moins profondes en ce qui concerne la déstabilisation de l'environnement. Ainsi, sur la même période, on a assisté dans le delta du fleuve Sénégal, et en particulier dans l'axe du Lampsar et dans la ville de Richard-Toll, à l'émergence de problèmes de santé aigus.

Le plus médiatisé est sans aucun doute l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll. Ce foyer nouvellement apparu constitue un fait en complète discordance avec la répartition habituelle en Afrique de l'Ouest de *Schistosoma mansoni* (Handschumacher *et al.*, 1992). Cette bilharziose a comme hôte intermédiaire un mollusque du genre *Biomphalaria* dont l'aire de répartition ne dépasse habituellement pas le 12° parallèle en Afrique de l'Ouest. Les premiers cas ont été trouvés en 1988 (Talla *et al.*, 1990), suivis d'une rapide explosion épidémique qui fait probablement de cette ville le plus gros foyer de bilharziose intestinale d'Afrique subsaharienne.

Bien plus sensible à la dessiccation que les bulins, hôtes intermédiaires de la bilharziose urinaire, le *Biomphalaria* n'existait qu'en nombre très limité dans le lac de Guiers. Les très faibles densités de population lui interdisaient de jouer de manière active son rôle d'hôte intermédiaire de *Schistosoma mansoni* (Diaw *et al.*, 1991). La régularisation des niveaux d'eau dans le lac, dans les canaux principaux ceinturant les champs de canne tout proches de Richard-Toll, ont créé, par la stabilisation de la température notamment, les conditions favorables à son développement. Richard-Toll, ville de plantation attirant une main d'oeuvre nombreuse dont des travailleurs originaires de la zone d'endémicité, a fourni le cadre dans lequel la maladie a pu couvrir puis exploser (Handschumacher *et al.*, 1992). La très forte pression humaine aux points d'eau en liaison avec la carence en équipements sanitaires, permet, depuis, la pérennisation de la maladie.

En effet, une enquête effectuée par Diaw en 1990 montre que non seulement la population de bulins, hôtes intermédiaires de la bilharziose urinaire est en extension dans le delta du fleuve Sénégal, et en particulier dans l'axe du Lampsar, mais que les *Biomphalaria* apparaissent. Or, si l'on retrouve les hôtes intermédiaires, la création de foyers secondaires de bilharziose intestinale n'y est toujours pas confirmée. Des indices laissent cependant prévoir à terme une extension de la bilharziose intestinale. Là encore, peut on s'interroger sur le rôle du facteur temps qui ne recouvre pas un phénomène unique selon le contexte.

Nous le voyons, la relation entre la présence d'hôtes intermédiaires ou de vecteurs et la maladie, n'est ni immédiate ni obligatoire. De même, la liaison entre périmètres irrigués, apparition des hôtes intermédiaires et vecteurs, ne survient pas nécessairement.

L'exemple du paludisme permet d'ailleurs de poser clairement la question de la répercussion morbide effective du développement du vecteur. Les résultats obtenus sur le périmètre irrigué de Diomandou sont en cours de confirmation, par des études menées dans le delta. Si la période de transmission est en train d'évoluer en se décalant conformément aux périodes de mise en eau des périmètres irrigués, et non plus de la saison des pluies, il ne semble pas y avoir de prolongation réelle de cette transmission. En effet, la durée de vie des moustiques en saison fraîche interdit au parasite de se développer suffisamment dans l'organisme de son vecteur pour que celui-ci devienne infectant.

Autre fait, dans ces zones à transmission saisonnière, la prémunition acquise durant les quelques mois de transmission est insuffisante pour se maintenir d'une année sur l'autre, contrairement aux zones à transmission permanente. Les répercussions morbides, après accoutumance d'une population à une transmission pérenne, ne sont donc pas corrélées nécessairement à l'augmentation de la densité d'anophèles. Au contraire, cette transmission continue entretient une prémunition réduisant les cas de paludisme grave.

La division par 4 de la prévalence du paludisme dans la vallée du Kou, au Burkina Faso, alors que la densité d'anophèles était multipliée par 7 suite à l'introduction de la riziculture irriguée, ou encore la flambée meurtrière qui a frappé le Burundi suite à des opérations de colonisation de périmètres rizicoles en zone d'endémie palustre par des populations non immunes, sont autant d'exemples contradictoires. Dans le premier cas, le développement de la population d'anophèles s'est fait en zone d'endémicité auprès de populations déjà en contact avec le parasite, mais qui a bénéficié de mesures d'accompagnement (moustiquaires) et d'une élévation de son niveau de vie. Dans le second cas le contact a été brutal et sans progressivité, entre une population fragile car non prémunie et un nombre important de vecteurs.

## CONCLUSION

Le risque sanitaire lié aux modifications de l'environnement est réel. Il n'est cependant pas automatique, et son étude mérite que l'on s'attache à démonter les rouages d'un système dans lequel l'homme apparaît à la fois comme gestionnaire et comme malade. Le risque sanitaire est un risque inhérent à la gestion de l'environnement sous toutes ses formes : agriculture irriguée ou plantation, agriculture de décrue ou itinérante... Multiplier les possibilités de contact entre l'homme et l'agent pathogène, avec ou sans vecteur, augmente cependant les risques. C'est donc sur les maillons faibles de la transmission,

en amont de la maladie, qu'il importe de travailler pour minimiser les conséquences négatives d'un aménagement.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- AGRER, SCET AGRI, 1986, Etude de l'aménagement hydro-agricole de 3000 ha dans la vallée du fleuve - région de Podor, Vol. 1 à 3, Rép. du Sénégal, Ministère du Développement rural, SAED.
- Chaîne J.P. et Malek E., 1983, Urinary schistosomiasis in the sahelian region of the Senegal River Basin, *Trop. geogr. Méd.*, 35 : pp 249-256.
- Colignon R. et Becker C., 1989, Santé et population en Sénégal des origines à 1960. Paris : INED, 554 p.
- Diallo S., Ndir O., Souaré D., et al, 1990, Prévalence des bilharzioses et des autres parasitoses intestinales dans le bassin du fleuve Sénégal, *Rapport ES/DK/22/90. Dakar, doc. multigr.*, 41 p.
- Diaw O.T., Vassiliades G., Seye M. et al., 1990, Fleuve Sénégal : Situation malacologique et helminthologique. *Rapport de synthèse, Rapport ES/DK/27. 90, Dakar doc. multigr.* 11 p.
- Diaw O.T. et al., 1991, Epidémiologie de la bilharziose intestinale à *Schistosoma mansoni* à Richard-Toll (Delta du fleuve Sénégal), Etude malacologique. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 84, pp. 174-183.
- Duplantier J-M., Granjon L., Bâ K. 1991, Découvertes de trois espèces de rongeurs nouvelles pour le Sénégal : Un indicateur supplémentaire de la désertification dans le nord du pays, *Mammalia*, 55 : pp 313-315.
- Faye O., Fontenille D., Hervé J.P., Diack P.A., Diallo S., Mouchet J., 1993a, Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal. Données entomologiques sur la transmission. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 73 : pp 21-30.
- Faye O., Gaye O., Hervé J.P., Diack P.A., Diallo S., 1993b, Le paludisme en zone sahélienne du Sénégal. Indices parasitaires. *Ann. Soc. belge Med. trop.*, 73 : pp 31-36.
- Handschumacher P., Dorsinville R., Diaw O. T. et al. 1992, Contraintes climatiques et aménagements hydrauliques. A propos de l'épidémie de bilharziose intestinale de Richard-Toll. in *Climats et pathologies (Besancenot, édit.)*. Paris, John Libbey, pp. 287-295
- Lericollais A., 1989, Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal. in : *Le risque en agriculture, coll. A travers champs*, ORSTOM, Paris, pp 419-436
- Moulinier C. et Diop A. 1974, Les grandes endémies parasitaires au Sénégal et dans le bassin du fleuve., *Afr. Méd.*, 13 : pp 625-634.
- Parent G., Bénéfice E., Schneider D., et al., 1982, Enquête sur l'épidémiologie de la bilharziose urinaire et étude séro-épidémiologique du paludisme et des tréponématoses dans un système pastoral aménagé. *Dakar. ORSTOM-ORANA*, 18p
- Schmitz J., 1986, Agriculture de décrue, unités territoriales et irrigation dans la vallée du Sénégal. in : *Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production dans la vallée du fleuve Sénégal. Les cah. de la recherche développement*, 12 : pp 65-77
- Talla I., Kongs A., Verlé P., et al, 1990, Outbreak of intestinal Schistosomiasis in the Senegal River basin. *Ann. Soc. Belge Méd. Tro.*, n° 70 : pp 173-180



□ Trape J.F., 1990, Relations entre le taux d'inoculation, la parasitémie, l'incidence clinique et la mortalité par paludisme : le point des recherches de l'ORSTOM au Sénégal et au Congo. *Communication à la Société Ouest-Africaine de Parasitologie, Paris, 12 & 13 février 1990.*

□ Vercruyse J., 1985a, Etude entomologique sur la transmission du paludisme humain dans le bassin du fleuve Sénégal, *Ann. Soc. Belge Méd. Trop., n° 65, suppl 2 : pp 171 - 179.*

□ Vercruyse J., 1985b, The epidemiology of human and animal schistosomiasis in the Senegal River Basin. *Acta Tropica, 42 : pp 249-259.*

□ Watson J.M., 1969, Mise en valeur de la vallée du Sénégal. Aspects sanitaires. *Rapport de mission OMS, AFR/PHA/60, 75 p.*

□ □ □



deuxième partie

## Maîtrise et choix techniques



Au travers des diverses communications qui composent ce chapitre, on peut distinguer deux grands axes complémentaires de travail pour les agronomes :

Le premier concerne la conduite des systèmes de culture pratiqués actuellement par les paysans. L'objectif majeur est l'intensification par l'amélioration de la productivité du travail. Cette amélioration sous-entend d'une part une meilleure maîtrise du processus de production, tant à l'échelle de la parcelle, qu'à celles de l'exploitation agricole et du périmètre, et d'autre part un accroissement de l'intensité culturale grâce à la double culture.

Au-delà de problèmes purement techniques (enherbement, fertilisation, irrigation...) qui interviennent au long du processus de production, les paysans sont confrontés à des dysfonctionnements en amont et en aval de la filière qui influent directement (retards d'approvisionnement en intrants) ou indirectement (évacuation et paiement de la production) sur la conduite des cultures à l'échelle de la parcelle. La maîtrise technique ne concerne donc pas simplement l'agriculteur mais également l'organisation paysanne qui a en charge la gestion des crédits de campagne, le fonctionnement et l'entretien du périmètre, la réalisation des travaux mécanisés ainsi que la commercialisation de la production.

Ces dysfonctionnements freinent également l'accroissement de l'intensité culturale, qui ne semble pas non plus un objectif prioritaire des paysans. Ces derniers cherchent plutôt une augmentation de la surface irriguée à travers l'attribution de parcelles dans plusieurs périmètres. Cette volonté correspond le plus souvent à une stratégie foncière, doublée d'un souci de "diversification" des productions (spécialisation des périmètres) et de répartition des risques liés à l'organisation des filières.

Le second axe de travail porte sur les possibilités de diversification des systèmes de culture irriguée. La diversification des productions est fortement motivée par des impératifs économiques et constitue un élément important dans la gestion du risque. En effet, la rentabilité de la filière rizicole est fréquemment remise en cause (mais la récente dévaluation du Franc CFA est susceptible de provoquer de profonds bouleversements) et les productions actuelles de tomates et d'oignons se heurtent à un marché peu organisé (dans l'espace et dans le temps) qui est rapidement saturé.

De nombreux travaux, parfois très anciens, ont porté sur la diversification. Leurs résultats, généralement établis en stations expérimentales et culture par culture, présentent néanmoins des lacunes importantes. Ils n'abordent pas le problème de l'intégration de nouvelles spéculations dans les systèmes de culture (évolution des systèmes de culture, des successions culturales et des itinéraires techniques), ni les conditions de mise en place des filières de pro-

duction correspondantes, à l'échelle locale et nationale, qui constituent un obstacle majeur à la diversification.

□ □ □

Pour commencer, Jamin retrace brièvement l'historique des travaux des agronomes sur le fleuve. Déjà au XIX<sup>e</sup> siècle, les problèmes de salinité et d'enherbement apparaissent dans les premières cuvettes aménagées, et de 1945 à 1980, les travaux des agronomes abordent non seulement la conduite de la riziculture, mais également les possibilités de diversification. Ces travaux sont pour la plupart conduits en station, à charge pour la SAED de "transférer" les résultats de la recherche en milieu paysan. Néanmoins, à partir de 1977, des agronomes s'intéressent à la mise en oeuvre de l'irrigation par les paysans, et plus généralement à leurs systèmes de production. L'un des résultats de ces études est de réorienter les recherches conduites en station vers la résolution des problèmes qui se posent aux paysans.

Poussin aborde ensuite la conduite de la riziculture irriguée. Son analyse articule trois échelles de travail, la parcelle, l'exploitation et le périmètre, afin d'identifier les problèmes de gestion qui apparaissent à chaque niveau et leurs interactions. L'implantation, le contrôle de l'enherbement, la fertilisation et l'irrigation ne semblent pas parfaitement maîtrisés par les paysans. Mais cette maîtrise ne peut être atteinte sans une amélioration dans l'organisation des calendriers culturels et dans le fonctionnement des groupements de producteurs. Cette amélioration suppose notamment une préparation aux aléas qui perturbent le fonctionnement de la filière.

De la même manière, Pagès s'intéresse aux différents systèmes de culture maraîchère présents le long du fleuve Sénégal. Deux d'entre eux, l'un à base d'oignons dans le Gandiolais et l'autre à base de tomates dans le département de Podor, sont parvenus à un stade où des modifications profondes sont nécessaires : des contraintes techniques, organisationnelles ou économiques limitent désormais leur progression. La diversification des cultures maraîchères, la spécialisation des terroirs et surtout l'organisation des producteurs sont les trois tendances susceptibles d'entraîner un renouveau de la production horticole dans la vallée.

L'enherbement constitue un problème majeur dans la conduite des rizières. Diagne nous présente la situation actuelle : importance et composition de la flore adventice, techniques de lutte disponibles. Le désherbage chimique est largement utilisé ; appliqués souvent tardivement ou à dose insuffisante, les traitements s'avèrent fréquemment inefficaces. Le contrôle de l'enherbement nécessite une meilleure réflexion sur les pratiques culturelles, leurs complémentarités, et leurs effets sur la culture et la population adventice.

L'augmentation de l'intensité culturale passe par le développement de la double riziculture. La possibilité d'effectuer deux cycles de culture nécessite un bon calage des calendriers culturaux. Dingkuhn, Le Gal et Poussin proposent d'utiliser un modèle agro-physiologique du développement du riz irrigué pour l'aide à la décision en matière de choix d'une variété et d'une date de semis. Le modèle permet de mesurer les conséquences de ce choix en termes de longueur de cycle et de risque de stérilité. Utilisé à l'échelle de la région du sahel, il permet également de repérer certaines variétés susceptibles de donner plus de souplesse dans le calage des calendriers culturaux, et d'orienter ainsi les expérimentations variétales.

Ndiaye et Barry abordent la fertilisation également en terme d'aide à la décision. Un dispositif expérimental leur permet d'élaborer des fonctions de production liant le rendement aux doses d'azote, de phosphore et de potassium apportées par la fertilisation. Un calcul économique conduit à trouver la formulation N-P-K dégageant le profit maximum, et aussi celle qui est la mieux adaptée au niveau de trésorerie dont dispose le paysan. Cette démarche est mise en oeuvre non seulement pour deux variétés de riz, mais également pour des cultures de diversification comme le sorgho et le maïs irrigués.

La mise en place de systèmes de culture intensifs s'accompagne d'une certaine "artificialisation" du milieu et peut provoquer le développement ou la recrudescence de ravageurs. Goebel aborde le problème des attaques d'insectes en maïsiculture irriguée. Ces attaques sont relativement importantes, voire spectaculaires sur les cultures en hivernage. Il nous donne un aperçu des principales contraintes entomologiques, leur incidence sur le rendement, et fait le point sur les diverses méthodes de lutte dans le contexte des systèmes de culture irriguée.

La mécanisation des travaux est également une voie d'intensification des systèmes de culture. Son développement est ancien, surtout dans le delta, et a suivi le rythme des aménagements. Kanté dresse un historique de ce développement, et présente l'état actuel de la motorisation dans les périmètres irrigués. Les travaux motorisés concernent principalement la préparation du sol en riziculture et maraîchage, et secondairement la récolte du paddy. Gérés à l'origine par les sociétés de développement, ces matériels sont actuellement la propriété des organisations paysannes et des prestataires de services. Ce transfert, favorisé par la création de crédits d'équipement, est encore en plein essor du fait d'une forte demande des paysans pour les travaux motorisés.

Enfin, Gay et Dancette dressent un bilan des travaux déjà réalisés sur le thème de la diversification. Une vingtaine de cultures de diversification ont fait l'objet d'études agronomiques en vue de leur développement dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. D'une façon générale, tous les travaux ont été conduits en station, en se souciant peu des possibilités d'intégration de la nouvelle spéculation dans les systèmes de culture irriguée ou de création de

filères pour sa commercialisation. C'est sur ces possibilités que sont focalisés deux projets de recherche/développement. Ces projets proposent une approche en milieu paysan à l'échelle d'une petite région, et se fixent pour objectif de lever les contraintes qui se posent aux paysans sur le plan économique en matière d'accès aux intrants agricoles et de débouchés des productions, et sur le plan agronomique en proposant des calendriers culturaux et des itinéraires techniques adaptés à des systèmes de cultures productifs et durables.

□ □ □

Sur l'ensemble des travaux présentés, on remarque une évolution sensible dans la conception et la manière de conduire les recherches :

- Une rupture de plus en plus nette avec une conception normative de la recherche agronomique : à une approche en terme de transfert pur et simple de nouveaux "paquets techniques", se substitue l'identification d'alternatives et de gamme de possibilités.
- Un intérêt croissant accordé aux acteurs, à leurs objectifs et à leurs décisions dans le cadre d'un système de contraintes : l'analyse des pratiques paysannes, qui constitue un thème central pour les agronomes, s'enrichit ainsi d'une réflexion sur la gestion.
- Un effort de la recherche pour les démarches de modélisation : la modélisation permet notamment de formaliser des processus (biophysiques ou non) de fonctionnement des systèmes, et de simuler les conséquences des choix que font les acteurs qui gèrent ces systèmes. Il en résulte une orientation sans doute plus prospective des travaux de recherche.
- La nécessité de plus en plus ressentie par les agronomes d'intensifier les échanges pluridisciplinaires, avec les sciences de l'environnement d'une part, et d'autre part, avec les sciences sociales : la conception des projets de recherche s'oriente ainsi vers une problématique globale du fonctionnement et du devenir des systèmes irrigués.

□ □ □

J. C. Poussin et P. Milleville

Agronomes, ORSTOM, Dakar, Montpellier



# Evolution des recherches agronomiques dans la vallée du fleuve Sénégal

□ □ □

J.Y. Jamin

Agronome, CIRAD / SAR, BP 5035, Montpellier

En Afrique de l'Ouest, le riz est cultivé du littoral atlantique au lac Tchad depuis très longtemps : la riziculture ouest-africaine à *Oryza glaberrima* serait apparue dans le delta central nigérien 1 500 ans av. J.C. (Portères, 1950). Pourtant, si des formes d'irrigation existent au sahel depuis des siècles, des oasis des confins sahariens aux polders côtiers de Casamance, aucune irrigation à grande échelle ne s'est mise en place le long des grands fleuves sahéliens sous l'impulsion des sociétés traditionnelles. L'irrigation moderne, avec maîtrise de l'eau sur de grandes surfaces, n'a connu ses premiers balbutiements qu'au début du XIX<sup>e</sup> siècle, dans la basse vallée du fleuve Sénégal.

Les premiers essais d'aménagement de casiers irrigués le long du Sénégal datent en effet de 1820. Des jardins expérimentaux irrigués par noria sont alors installés à Richard-Toll, Dagana et Saint-Louis ; il s'agit de cuvettes aménagées sans planage dans lesquelles sont testés par des agronomes comme Richard, des cultures céréalières (riz, blé, etc.), des légumes, des fruits, du coton et de l'indigo. Du fait de la salinité des terres, du peu de maîtrise de l'irrigation et des adventices, de l'insécurité qui règne alors dans cette région, ainsi que des réticences du négoce traditionnel, ces essais sont rapidement abandonnés. Quelques nouvelles tentatives seront effectuées dans la deuxième moitié du XIX<sup>e</sup> siècle et au début du XX<sup>e</sup>, mais sans grand succès. (Hardy, 1921 ; Tourrand, 1993).

Ce n'est qu'en 1935, avec la création de la MAS (Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal), que les expérimentations reprennent vraiment ; elles sont essentiellement axées sur la culture du coton (casiers de Guédé, Diorbivol et Démeth). Avec la seconde guerre mondiale, les problèmes d'approvisionnement en vivres du territoire conduisent à mettre l'accent sur la riziculture. A partir de 1945, de nombreux programmes de recherche sont lancés par la MAS et les services de l'Agriculture pour permettre le développement de cette culture, nouvelle pour les paysans de la vallée. Ces recherches sont conduites sur le casier de Guédé et sur celui de Richard-Toll, où la bonne maîtrise de l'eau permet de proposer une intensification de la riziculture. Elles sont

ensuite développées à Kaédi, Fanaye et Ndiol. Elles concernent tous les aspects techniques de la culture du riz :

- **les reconnaissances pédologiques** sont initiées très tôt dans le cadre de la MAS, avec les travaux de Michel (1957) et de Tricart (1961), puis de Maynard (1960). En 1973, l'IRAT et le BDPA publient une étude couvrant toute la vallée (SEDAGRI, 1973), qui sera ensuite complétée par des travaux plus thématiques (Boyagdiev, 1976) ou plus détaillés à l'échelle de cuvettes ; des études ponctuelles sont ainsi effectuées dans le cadre de l'IRAT par G. Beye (1972), Durand (1965), Sonko (1974), puis dans le cadre de l'ORSTOM par Le Brusq (1980), Zante (1984), Loyer (1989) ;
- **les essais de dessalement** sont entrepris dans le delta par l'IRAT et la FAO (G. Beye, 1972 ; Mutsaers et Van Der Velden, 1973). Coûteux dans sa mise en oeuvre, un tel dessalement sera appliqué avec succès par la CSS pour reconverter le casier rizicole de Richard-Toll en casier sucrier (Duc, 1972) ;
- **les études hydrologiques** commencées dès le début du siècle font l'objet d'une synthèse par l'ORSTOM (Rochette, 1974), qui permet de préciser les disponibilités en eau aux différentes périodes de l'année et les risques d'occurrence de crues importantes ou d'étiages précoces et sévères ;
- **les recherches en agro-climatologie** sont initiées par Maynard (1957) sur le sorgho de décrue, puis développées par l'IRAT sur le riz et la canne à sucre (Dancette *et al.*, 1979 ; Dancette, 1980). Rijks, 1976 et Lucido, 1976, approfondissent ces études dans le cadre d'un programme PNUD/FAO/OMVS : besoins en eau des plantes (riz, blé, maïs, sorgho, niébé, coton), études fréquentielles des pluies et des températures. Enfin, Vachaud *et al.* (1978) complètent les informations en fournissant une caractérisation hydrodynamique des sols ;
- **la sélection variétale** s'oriente d'abord vers des cultivars rustiques, adaptés aux conditions de faible maîtrise de l'eau, puis à partir des années 1970 sont introduits des riz à paille courte, à fort potentiel de rendement, dont la non-photosensibilité autorise la culture aussi bien en saison froide qu'en saison sèche chaude ou en hivernage. Ces travaux sont essentiellement conduits par l'IRAT (Couey, 1963 ; Poisson, 1970 ; Aubin, 1979 et 1982), puis par la FAO (Trinh, 1977) et enfin l'ADRAO (Coly, 1981 ; Dome, 1981 ; Godderis, 1986) ;
- **le calage des cycles** fait l'objet de nombreux travaux, en particulier des sélectionneurs de l'IRAT (Poisson, 1970 ; Aubin, 1975) puis de la FAO (Trinh, 1976) et de l'ADRAO (Coly, 1981), qui travaillent sur l'adaptation des variétés aux différentes saisons de culture et sur la réalisation de la double-culture et même de la triple-culture ; si la triple-culture

relève plus du rêve de chercheur que du possible pour les paysans, la double-riziculture est expérimentée avec succès dès les années 1960 par l'IRAT à Richard-Toll, où elle commence à être mise en oeuvre par la SDRS à la fin des années 60 (cultures d'hivernage et de saison sèche froide, mais pas toujours enchaînées) ;

- **les essais sur la fertilisation** effectués par l'IRAT, puis l'ISRA et l'ADRAO, portent essentiellement sur l'azote, pour lequel des réponses très nettes sont enregistrées. Pour le phosphore, la situation est compliquée par des phénomènes de fixation et les réponses sont faibles (Poisson, 1970 ; Camara, 1978). A partir des années 1980, des recherches sont effectuées par l'ADRAO sur l'utilisation de l'*Azolla* (Van Hove *et al.*, 1983) et de *Sesbania* (Camara et Diara, 1986) ;
- **la défense des cultures** : des inventaires de la flore adventice sont réalisés par l'IRAT et des méthodes de lutte mécaniques ou chimiques sont expérimentées (Nieul et Le Moigne, 1968 ; Courtessole, 1978 ; Deuse *et al.*, 1980) ; l'utilisation des herbicides est rapidement vulgarisée et toute une palette de produits est utilisée dans la vallée (Jamin, 1985). Les risques de dégâts d'insectes et de maladies cryptogamiques sont faibles du fait du climat très sec (Diop, 1979 ; Gerini, 1983) ;
- **en machinisme agricole**, de nombreux matériels sont expérimentés par l'IRAT (Le Moigne, 1968) puis la FAO (Wanders, 1974). Pour le travail du sol, Courtessole et Sonko réalisent de 1978 à 1982 à la station de l'ISRA de Fanaye de nombreux essais qui montrent qu'en riziculture un travail superficiel est tout à fait suffisant pour obtenir de bons rendements ; si un bon contrôle des adventices peut être obtenu (herbicides), le non travail du sol est tout à fait utilisable (Courtessole, 1991). Avec ces travaux s'amorce une nouvelle philosophie des investigations, tournées autant vers la recherche de la souplesse technique, que vers celle du rendement le plus élevé.

Si l'essentiel des travaux est focalisé sur le riz, principale culture irriguée de la vallée, les autres cultures ne sont pas pour autant totalement négligées :

- **Sur les cultures pluviales du jeeri**, un travail important est réalisé par l'IRAT surtout dans la partie amont du fleuve, plus pluvieuse, autour de Kaédi (Sapin *et al.* 1970 ; IRAT, 1972).
- **Sur le sorgho de décrue**, de nombreux travaux sont effectués par l'IRAT : sélection variétale, fertilisation, travail du sol, permettent de doubler les rendements (Sapin et Reynard, 1968, Sapin *et al.*, 1970 ; Chevreau et Poulain, 1971).
- **La canne à sucre** est, après le riz, la culture irriguée la plus étudiée. Les travaux de l'IRAT (Dancette *et al.*, 1969 ; Duc, 1972) débouchent sur la mise en place de la CSS au début des années 70. Celle-ci con-

- duira ensuite ses recherches de façon autonome (culture en régie, pas de culture paysanne).
- **Sur le maïs et le blé**, l'IRAT, puis la FAO et à nouveau l'IRAT, travaillent à Ndiol, Richard-Toll, Guédé et Kaédi : variétés, techniques culturales, fertilisation, calage des cycles (Sapin *et al.*, 1970 ; Bono, 1974 ; Moscal, 1977 et 1978 ; Clerget, 1988).
  - **Sur le sorgho irrigué**, des travaux sont également entrepris à partir de la fin des années 70 par l'IRAT et l'ISRA (Chantereau, 1983 ; Luce, 1985).
  - **En maraîchage**, à Ndiol, à proximité de Saint-Louis, l'IRAT et l'ISRA mettent au point des systèmes de culture très performants pour exploiter les terres sableuses du *jeeri* en irrigation par aspersion (Reynard, 1983) ; cependant, ces résultats concernent peu les conditions du maraîchage des paysans, qui se fait en sol lourd. Les travaux effectués à Nianga par Van Damme (1982) et à Kaédi par De Bon (1982), sont plus proches des conditions paysannes.
  - **Les travaux sur les techniques de travail du sol** et leur simplification ont porté également sur le blé, la tomate, le sorgho, le maïs (Courtessole, 1991), avec des possibilités intéressantes de mise en place avec un travail du sol minimum, ou sans travail.
  - **Les fourrages** ont fait l'objet de travaux à partir de 1985, dans les stations de l'ISRA à Fanaye et Ndiol en collaboration avec l'ITEMVT (Roberge, 1984 ; Tourrand *et al.*, 1986).
  - **En arboriculture fruitière**, l'essentiel des travaux a été effectué au jardin ISRA de Sor (Saint-Louis), dans des conditions très particulières de climat et de sol, mais il y a eu très peu de travaux dans des conditions plus représentatives de la vallée (Jamin *et al.*, 1986).
  - **En matière de reboisement**, l'ISRA-CNRF a lancé depuis 1980 des recherches sur l'utilisation de l'arbre dans les périmètres irrigués, en particulier à Richard-Toll et Nianga ; ces recherches ont débouché sur la mise en place, avec le CTFT, de réalisations en milieu paysan autour de Podor dans le cadre du projet Pôles verts (Dubus, 1984 ; Harmand, 1988).

On dispose ainsi de nombreuses références techniques sur les cultures irriguées. Pourtant, en milieu paysan, les résultats obtenus sont souvent décevants. Or, si dans les années 50 les agronomes s'intéressent encore aux systèmes de culture des paysans (Jammet, 1953 ; Boutillier *et al.*, 1960), à partir des années 60 cette attention se relâche, puisque l'on souhaite alors développer l'irrigation, dans laquelle les paysans n'ont aucune expérience. Les travaux sont donc menés surtout en station et la SAED est ensuite chargée de faire appliquer par les paysans les "recettes" ainsi mises au point. Seuls quelques chercheurs de l'IRAT travaillent avec les paysans, dans le cadre d'essais effec-

tués dans le Delta (avec la SAED) ou au colonat de Richard-Toll (Monnier *et al.*, 1973 ; Courtessole, 1974).

C'est pour pallier cette lacune qu'à partir de 1977, à l'instar de ce que l'IRAT - Bambey réalise depuis quelques années dans les Unités expérimentales du Sine-Saloum et en s'inspirant également des actions de l'INA-PG et de l'INRA-SAD en France, quelques agronomes de l'IRAT/ISRA s'allient à des économistes de l'ORSTOM pour travailler en milieu paysan (Bonfond et Caneill, 1981). Les travaux entrepris portent d'abord sur l'analyse du fonctionnement des systèmes de culture des paysans (Jamin et Caneill, 1983 ; M. Ndiaye, 1984) et de leurs systèmes de production (Couraud, 1980 ; Le Bail, 1981), puis sont étendus aux systèmes d'élevage (Tourrand *et al.*, 1985 ; Jamin et Tourrand, 1986 ; Tourrand, 1993). Des travaux similaires sont menés sur la gestion de l'eau par l'ISRA et l'ADRAO (M. Beye, 1985 ; Diemer *et al.*, 1991).

Des expérimentations agronomiques sont aussi mises en place avec les paysans, soit sur des thèmes techniques particuliers (en riziculture, Van Brandt, 1984 et 1987 ; sur diverses cultures irriguées, Jamin *et al.*, 1986, et M. Ndiaye et Henry, 1987), soit sur des itinéraires techniques plus complets, en simple-culture et en double-culture (Courtessole et Jamin, 1982 ; Jamin et Ndiaye, 1986). Pour faciliter la diffusion des résultats, les chercheurs participent à la reconversion des encadreurs de la SAED en conseillers agricoles au centre du CNAPTI.

A partir de 1987, le désengagement de la SAED des prestations de service aux agriculteurs (travail du sol, battage, fourniture de l'eau, approvisionnements en intrants, commercialisation) et la montée en puissance des foyers de jeunes et des GIE, induisent une focalisation des recherches sur la gestion des matériels agricoles (Havard, 1990 ; Kanté, 1990). L'organisation des chantiers devient d'autant plus importante que l'achèvement des barrages de Diama puis de Manantali autorise une généralisation de la double-culture, qui pose de nombreux problèmes de calendrier ; dans le delta, ces problèmes sont d'autant plus aigus que la grosse motorisation (travail du sol, récolte) impose une gestion collective des équipements, ou le recours collectif à des prestataires de service. De nouvelles recherches agronomiques sont effectuées en milieu paysan pour préciser les problèmes que pose la double-culture (Le Gal, 1989 ; Poussin, 1993 ; Dingkuhn, Le Gal et Poussin, 1993).

Les travaux menés en milieu paysan conduisent aussi à redéfinir les essais menés sur le riz en station, qui s'orientent plus vers la résolution des problèmes posés, en particulier en terme de calendrier cultural (Dingkuhn *et al.*, 1994). Pour faciliter la diversification des cultures, les recherches sont relancées sur le sorgho irrigué (Trouche, 1992), le maïs (A. Ndiaye *et al.*, 1990 ; Gay *et al.*, 1992), le maraîchage (Pagès, 1993), les fourrages (Diatta *et al.*, 1991), l'entomologie (Goebel, 1993), la phytotechnie (Dancette et Gay, 1993) ou l'arboriculture fruitière (Sidibé, 1992).

Dans ce contexte, les recherches effectuées sur le périmètre de Nianga depuis sa création ont un intérêt particulier. En effet, ce casier, depuis sa mise en culture, est exploité chaque année en partie en double-culture, avec également une diversification non négligeable (culture de tomate en grande parcelle). Avec Ndombo-Ntiago, c'est également le lieu où a été testée, à une large échelle, la gestion collective de la motorisation par des paysans regroupés en CUMA. De plus, à partir des années 80, à coté du grand périmètre de Nianga se sont développés des PIV, des aménagements intermédiaires, des petits périmètres animés par les foyers de jeunes et des casiers privés ; la zone est donc riche d'une diversité d'aménagements qui diffèrent par leur conception hydraulique, mais aussi par leur genèse et par leur mode de gestion collectif.

La construction de modèles techniques pour la conduite des cultures irriguées a été une réussite technique certaine, qui a su prendre des formes variées dans la vallée, en fonction des différents contextes ; cette adaptation à la réalité des systèmes de production n'a pas été facile et est loin d'être achevée, puisqu'aujourd'hui la gestion des ressources (eau, terre, crédit) devient prédominante et impose d'améliorer la gestion technique des exploitations et des diverses formes d'organisations paysannes induites par l'irrigation ou l'utilisation de gros moyens mécaniques.

Bien que la plupart des problèmes techniques soient réputés être résolus depuis les années 70, il apparaît aujourd'hui que les nouveaux défis économiques auxquels sont confrontés les paysans ne pourront être relevés sans une réorientation de leurs pratiques techniques vers des itinéraires plus intensifs, mais aussi plus souples et plus diversifiés, ni sans une amélioration de la gestion technique des matériels coûteux utilisés (tracteurs, moissonneuses-batteuses). Bien que la diversification des cultures soit encore limitée, les possibilités sont réelles (élevage, maraîchage, maïs, sorgho) et peuvent contribuer à sécuriser des systèmes de production paysans qui ont souvent recherché dans des activités extra-agricoles une sécurité que le modèle irrigué strictement rizicole ne pouvait leur apporter. L'intérêt de recherches techniques est donc loin d'être épuisé, mais celles-ci doivent plus que jamais savoir sortir des stations pour répondre aux problèmes des agriculteurs et à l'évolution rapide de l'environnement socio-économique de la production irriguée (Charoy *et al.*, 1985 ; Jamin, 1992). Une telle vision, plus synthétique et plus orientée vers le développement, semble correspondre aux efforts actuels des diverses institutions intervenant dans la vallée : ISRA, CIRAD, ADRAO, ORSTOM.

Au plan institutionnel, la conduite des recherches agronomiques dans la vallée est marquée par la multiplicité des intervenants et par la discontinuité des travaux, menés pour l'essentiel sur des financements extérieurs. Après la MAS, qui a initié les recherches, celles-ci ont en effet été prises en charge par l'IRAT ; puis la FAO est intervenue avec le PNUD et l'OMVS. La mise en place de l'ISRA au milieu des années 70 n'a pas donné plus de stabilité aux équipes, puisque celles-ci restent souvent dépendantes d'organisations internationales

comme l'ADRAO et le CIRAD. Les ressources financières sont également souvent liées à des projets de développement ponctuels gérés par la SAED, qui impose ses propres objectifs aux recherches. Les deux intervenants les plus anciens, les plus stables et les moins fragiles au plan financier, le CIRAD et l'ORSTOM, ont eux-mêmes eu des interventions très discontinues dans la vallée, très dispersées au plan thématique et sans réelle coordination d'ensemble.

Cette instabilité ne favorise pas l'accumulation des connaissances, mais elle a peut-être aussi permis un renouvellement des idées et des problématiques, ce qui fait que globalement, les grands problèmes de développement de la vallée ont été abordés, au moins de façon ponctuelle, même s'il manque toujours un projet d'ensemble. Trois nuances importantes doivent être abordées à ce demi-satisfecit :

- 1) certains domaines de recherche restent peu étudiés, alors qu'ils sont très importants, comme par exemple l'économie des filières ;
- 2) l'éparpillement institutionnel s'est accompagné de dérives géographiques, qui n'ont pas favorisé les collaborations pluridisciplinaires : si les recherches techniques se sont surtout focalisées sur l'aval de la vallée, où la culture irriguée est plus développée, les recherches socio-économiques se sont plus intéressées aux sociétés traditionnelles de l'amont ;
- 3) la crédibilité du dispositif, aux yeux de la SAED et des paysans, a toujours été fragile du fait de son éparpillement institutionnel et de son instabilité dans le temps.

Si le dialogue avec les organismes de développement et la profession agricole doit être poursuivi et amplifié, il est donc également nécessaire, pour ne pas répéter les erreurs du passé, de multiplier les contacts entre les instituts de recherche intervenant dans la vallée ; il faudrait aussi, mais ce n'est pas le plus facile, que ces institutions aient une programmation concertée et que leurs interventions soient plus durables.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

□ Aubin J.P., 1979. Le riz et sa repousse à Richard-Toll, Sénégal. Nogent-sur-Marne, IRAT, France 11 p.

□ Aubin J.P., 1982. Note sur les durées des cycles à Richard-Toll et la tolérance au froid. Montpellier, IRAT, France.

□ Beye G., 1972. Bilan de deux années d'études de l'évolution de la salinité dans la cuvette du Boundoum Ouest dans le delta du fleuve Sénégal. L'Agro. Trop. Série 3 vol. 27, n. 3, p. 358-387.

- Beye M., 1985. Etude de l'efficience de l'irrigation gravitaire et du fonctionnement hydro-agricole du périmètre de Ndombo-Ntiago. Saint-Louis, ISRA, 70p.
- Bonnefond P., Caneill J., 1981. Systèmes de culture irriguée et unités de production paysannes sur la rive gauche du fleuve Sénégal. Dakar. ISRA/ORSTOM 25 p.
- Bono M., 1974. Informations, données pratiques et propositions en vue du contrôle de la production de semences sélectionnées de : maïs, mil pénicillaire, sorgho, riz, blé, arachide, niébé. L'Agro. Trop., vol. 29 (1), p. 43-96.
- Boutillier J.L., Cantrelle P., Causse J., Laurent C., N'Doye T., 1962. La moyenne vallée du Sénégal (Etude socio-économique). Paris, Presses Universitaires de France, 368 p.
- Boyagdiev T.E., 1976. Etude agropédologique de la vallée et du delta du fleuve Sénégal. Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 93 p.
- Camara P.I., 1978. Projet de recherches rizicoles ADRAO de Fanaye. Pédologie. Synthèse des résultats d'expérimentation. Richard-Toll. ISRA/ADRAO, 2p
- Camara I., Diara H., 1986. Evaluation de la valeur agronomique de *Sesbania rostrata* comme source d'azote en riziculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal. *Les Arbres Fixateurs d'Azote, l'Amélioration Biologique de la Fertilité du Sol.* 1986/03/17-25, Dakar. Paris, ORSTOM/CTFT/ADRAO, p. 343-355.
- Chantereau J., 1983. Sélection d'hybrides de sorgho pour le Centre-nord et le nord du Sénégal. L'Agro. Trop., vol. 38, n°4, p. 295-302
- Charoy J.; Didierlaurent M.; Granier P.; Lericollais A.; Ruf T.; Seguy J.; Thomas J.J., 1985. Bilan- diagnostic sur la recherche agronomique dans la vallée du fleuve. Dakar/Saint-Louis. ISRA/SAED 195 p.
- Chevreau B., Poulain J.F., 1971. Inventaire des essais techniques cultures sur le sorgho de décrue dans le Oualo du Gorgol - Kaédi - 1960-1970. In : *Projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal.* Kaédi, IRAT, 228 p.
- Clerget B., 1988. Programme d'amélioration du maïs pour les cultures irriguées de la vallée du Sénégal. Cadre et objectifs des recherches. Synthèse des travaux de 1984 à 1988. Montpellier, CIRAD-IRAT, 63 p.
- Coly A., 1981. Contribution à l'étude de la repousse du riz (*O. sativa* L.) dans la vallée du fleuve Sénégal. *Revue Annuelle de la Riziculture, 1981/05/18-23, Monrovia.* Richard-Toll, ADRAO, 34 p.
- Couey M., 1963. Résultats des recherches actuelles sur les variétés de riz à Richard-Toll. L'Agro. Trop., vol. 18 (8), p. 793-795.
- Couraud P., 1980. Etude du fonctionnement de quelques unités de production encadrées par la SAED. Paris, mémoire INA-PG, 128 p.
- Courtessole P., 1974. Modernisation et intensification du colonat de Richard-Toll. Richard-Toll. IRAT, 40 p.
- Courtessole P., Jamin J.Y., 1982. Etude en milieu rural d'un système d'exploitation comportant une petite motorisation. Richard-Toll/Dakar. ISRA, 91 p.
- Courtessole P., 1991. Compte rendu des essais de travail du sol dans deux sols d'aménagement hydro-agricole dans la vallée du Fleuve Sénégal 1976-1984. Montpellier. IRAT, 33 p.
- Dancette C., Baran R., Duc T.M., Gillet N., 1969. Casier sucrier de Richard-Toll. Etude in situ des caractéristiques hydriques et hydrodynamiques des principaux types de sols. Richard-Toll, IRAT, 350 p.
- Dancette C., 1981. Méthode pratique d'estimation des besoins en eau des principales cultures du Sénégal. Bambeby, ISRA, 26 p.



- Dancette C., Gay J.P., 1993. Diversification des cultures irriguées au Sahel. Atelier Systèmes Irrigués, 1993/08/31-1993/09/01, Montpellier. Saint-Louis, CIRAD-CA, 13 p.
- De Bon H., 1982. Rapport de synthèse sur les cultures maraîchères en Mauritanie de 1976 à 1982. *Kaédi, CNRADA*, 145 p.
- Deuse J.P.L., Hernandez S., Aubin J.P., Keita L., 1980. Essai de lutte chimique contre les riz sauvages annuels au Sénégal. *L'Agro. Trop.*, vol. 35 (1), p.47-53
- Diatta A., Mbaye A., Diaw Y., 1991. Etude de la production fourragère de quatre légumineuses : *Clitoria ternatea*, *Dolichos lablab* et niébé (*Vigna unguiculata*) variétés 58-75 et 66-35. Saint-Louis, ISRA, 19 p.
- Diemer G., Fall B., Huibers F.P., 1991. Vers une approche paysanne de l'irrigation : enseignement des périmètres irrigués villageois de la vallée du fleuve Sénégal. Londres, ODI, cahier n°1, 27 p
- Dingkuhn M., Le Gal P.Y., Poussin J.C., 1993. RIDEV : un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et des calendriers culturaux. *Communication au séminaire Nianga, laboratoire de la culture irriguée, ISRA/ORSTOM, Saint-Louis, 19-21 octobre 1993*. 16 p.
- Dingkuhn M., Sow A., Samb A., Diack S., Asch F., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel. I. Photothermal and microclimatic reponses of flowering. *Agricultural systems, à paraître*, 23 p.
- Dingkuhn M., Miezán K.M., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel. II. Validation of photothermal constants and characterization of genotypes. *Agricultural systems, à paraître*, 25 p.
- Dingkuhn M., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel. III. Characterizing environments by simulating crop phenology. *Agricultural systems, à paraître*, 21 p.
- Diop T., 1979. Problèmes entomologiques dans les rizières de la SAED. Richard-Toll, ADRAO, 11 p.
- Dome J., 1981. Tolérance au froid du riz. Richard-Toll, ADRAO, 3 p.
- Dubus P., 1984. Expérimentations sur les plantations forestières irriguées dans la vallée du fleuve Sénégal. Nogent-sur-Marne, CTFT, 181 p.
- Duc T.M., 1972. Contrôle de la nappe salée dans le casier expérimental des 120 hectares à Richard-Toll (Sénégal). *Séminaire International sur les Perspectives pour l'Irrigation en Afrique de l'Ouest, 1972/10/22-27, Ibadan. L'Agro. Trop. Série 2, 1973/09, vol. 28, p. 894-900*.
- Durand J.H., 1965. Etude pédologie du casier de Richard-Toll (3ème groupe) et du périmètre du Diovol. Richard-Toll, IRAT, 75 p.
- Gay J.P., Goebel R., Volper S., 1992. Les recherches sur la maïsiculture irriguée à Saint Louis - situation actuelle et perspectives. In : *Réunion bisannuelle du programme maïs de l'IRAT, 1991/09/03-06, Montpellier. Montpellier, CIRAD-IRAT, p. 261-271*.
- Gerini V., 1983. Rapport technique final. Richard-Toll, ISRA/CILSS/FAO.
- Godderis W., 1986 : Sélection variétale du riz dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal en rapport avec les contraintes locales. Saint-Louis, ADRAO, 100 p
- Goebel R., 1993. Analyse du complexe parasitaire du maïs irrigué sur le fleuve Sénégal. Perspectives de lutte intégrée contre les principaux ravageurs. In : *CIRAD-CA, CORAF, DRA-RCF. Réunion de coordination des recherches phytosanitaires pour la sous-région Afrique de l'Ouest, 1993/01/26-28, Cotonou. Montpellier, CIRAD-CA, p. 108-126*.
- Hardy G., 1921. La mise en valeur du Sénégal de 1817 à 1854. Paris, Larose, 376 p.

- Harmand J.M., 1988. L'opération "pôles verts". Plantations et brise-vent irrigués expérimentaux dans la basse vallée et le delta du fleuve Sénégal. *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 218, p. 3-32.
- Havard M., 1990. Etude et évaluation des systèmes mécanisés. L'exemple du delta du fleuve Sénégal. Saint-Louis, ISRA, 41 p. *Cahiers de la R-D*, n° 28, p. 17-32
- IRAT, 1972. Dix années d'expérimentation sur les cultures traditionnelles d'hivernage sur le diéri de Kaédi (Mauritanie). *Kaédi. IRAT*, 94 p.
- Jamin J.Y., Caneill J., 1983. Diagnostic sur les systèmes de culture pratiqués dans le cadre de la SAED sur la rive gauche du Fleuve Sénégal. Synthèse d'une opération de recherche. Tome 2 : Le milieu naturel et transformé, conséquences pour le développement et la recherche. Tome 3 : Les systèmes de culture irriguée. *Richard-Toll/Paris, ISRA/ GERDAT/INA-PG*, 162 p. et 210 p.
- Jamin J.Y., 1985 : Principaux herbicides utilisés pour le riz par les paysans ou la recherche dans la vallée du fleuve Sénégal. *ISRA, St-Louis*, 5 p.
- Jamin J.Y., 1986-a. La double-culture du riz dans la Vallée du Fleuve Sénégal : Mythe ou Réalité ? Communication au séminaire Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production, Montpellier, 16 au 19 déc. 1986. in *les Cahiers de la Rech. Dév.*, (12) : 44-55.
- Jamin J.Y., 1986-b. Propositions d'actions de recherche et de développement pour une meilleure connaissance et une meilleure utilisation du milieu naturel de la vallée du fleuve Sénégal. *Saint-Louis, ISRA*, 49 p.
- Jamin J.Y., Ndiaye M., 1986. Analyse des essais N.P. effectués en hivernage 1985 par l'Equipe Système Fleuve sur riz irrigué. *Saint-Louis, ISRA*, 12 p.
- Jamin J.Y., Tourrand J.F., 1986. Evolution de l'agriculture et de l'élevage dans une zone de grands aménagements, le delta du fleuve Sénégal. *Communication au séminaire "Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production", Montpellier, du 16 au 19 déc. 1986. in Cahiers de la Rech. Dev.*, (12) : 21-34.
- Jamin J.Y., Van Brandt H., Kourouma A., Ehemba T., Fall A., Clerget B., 1987. Rapport sur les essais dans le cadre de la recherche d'accompagnement Matam (convention ISRA-SAED), campagne d'hivernage et de saison sèche 1985/86 et synthèse de trois années d'expérimentation. *Saint-Louis, ISRA*, 126 p.
- Jamin J.Y., 1992. La riziculture irriguée. In : *Bosc P.M., Dollé V., Garin P., Yung J.M. (eds.). Le développement agricole au Sahel. Tome II. Recherches et techniques. Montpellier, CIRAD, Doc. Syst. Agraires n° 17*, p. 51-70.
- Jammet A., 1953. Etude du milieu et de l'agriculture traditionnelle des populations de la vallée. *Saint-Louis, MAS, bull.* 28, 29 p.
- Kante S., 1990. La gestion technique et économique des matériels agricoles achetés sur crédit CNCAS par les groupements de paysans. Etudes comparatives des sections villageoises de Ndombo, Thiago et Diawar. *Saint-Louis/Thiès, ISRA/INDR*, 126 p.
- Le Bail M., 1981. Etude du fonctionnement de quelques unités de production encadrées par la SAED. *Paris, mémoire INA-PG*, 128 p.
- Le Brusq J.Y., 1980. Etude pédologique des cuvettes de la vallée du Lampsar. *Dakar, ORSTOM*, 114 p.
- Le Brusq J.Y. et Loyer J.Y., 1982. Evolution de la salinité des sols et des eaux en relation avec la riziculture submergée dans le delta du fleuve Sénégal. *Dakar, ORSTOM*, 45 p.

- Le Gal P.Y., 1989. Double culture et riziculture de saison sèche chaude. Présentation d'une étude de cas dans le Delta du fleuve Sénégal (Diawar). *Communication à l'atelier sur la Problématique de la Double Culture et ses Implications pour la vulgarisation agricole, 1989/01/23-25, Ndiaye. Saint-Louis, ISRA, 17 p*
- Le Moigne M., 1968. Compte-rendus d'essais pratiques dans la région du Fleuve en motorisation et en traction animale. *Bambey, IRAT.*
- Loyer J., 1989. Les sols salés de la basse vallée du fleuve Sénégal : caractérisation, distribution et évolution sous cultures. *Paris, ORSTOM, 137 p.*
- Luce C., 1985. La production et l'amélioration du sorgho au Sénégal. In : L'amélioration du sorgho en Afrique de l'Ouest. Atelier régional sur l'Amélioration du Sorgho en Afrique de l'Ouest, 1984/11/27-30, Ouagadougou. *Ouagadougou, ICRISAT, p. 199-211.*
- Lucido M., 1976. Etude agroclimatologique blé-maïs-riz pour une contribution à l'établissement de calendriers culturaux dans la moyenne vallée du Sénégal. *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 96p.*
- Maymard J., 1957. Etude expérimentale des facteurs naturels influant sur les cultures de décrue (les essais de Guédé 1956-1957). *Saint-Louis, MAS, bull. n° 110, 114 p.*
- Maymard J., 1960. Etudes pédologiques dans la vallée du Sénégal. *Saint-Louis, MAS, bull. n° 112, 38 p.*
- Michel P., 1957. Rapport préliminaire sur la géomorphologie de la vallée alluviale du Sénégal et de sa bordure. *Saint-Louis, MAS, bull. n° 111.*
- Monnier J., Aubin J.P., Diallo M., Courtessolle P., Cisse D., Sow Y., 1973. Premiers résultats d'une opération de pré vulgarisation au colonat de Richard Toll. *Richard Toll, IRAT, 36 p.*
- Moscal T., 1977. La culture irriguée du blé en zone ouest sahélienne (manuel à l'intention des techniciens). *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 70 p.*
- Moscal T., 1978. Rapport de campagne saison sèche-froide 1976-77 et hivernage 77 (maïs, sorgho, triple culture céréalière et soja). *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 38 p.*
- Mutsaers M., Van Der Velden J., 1973. Le dessalement des terres salées du delta du fleuve Sénégal. Bilan de trois années d'expérimentations et perspectives. *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 73p*
- Ndiaye A., Ndiaye J.P., Gay J.P., Goebel R., Volper S., 1990. Synthèse des activités de recherche-développement projet maïs irrigué. *Saint-Louis, ISRA, 17 p*
- Ndiaye M., 1984. Itinéraires techniques relatifs à la culture de maïs dans le périmètre de Djandioly-Garly. Critères de choix, conséquences sur les temps de travaux et les rendements. *Saint-Louis/Richard-Toll, ISRA, 102 p.*
- Ndiaye M., Jamin J.Y., 1986. Résultats des essais de saison sèche froide sur tomate. *Saint-Louis, ISRA, 15 p.*
- Ndiaye M., Henry C., 1987. Analyse des résultats des essais niveaux de protection phytosanitaire sur tomate de contre-saison froide 86/87 à Diagnoum. *Saint-Louis, ISRA, 7 p.*
- Nieul M., Le Moigne M., 1968 : Essais de sarclo-binage dans le delta du fleuve Sénégal en traction animale. *Bambey, IRAT, 5 p.*
- Pagès J., 1993. Les systèmes de culture maraîchers dans la vallée du fleuve Sénégal. Pratiques paysannes. Evolution. *Communication à l'atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée dans la moyenne vallée du Sénégal", Saint-Louis, 19-21/10/93. Dakar, ORSTOM, 14 p*
- Poisson C., 1970 : Bilan de 25 années de recherches rizicoles à Richard-Toll (Sénégal). *IRAT, Richard-Toll, 96 p.*
- Portères R., 1950. Vieilles agricultures de l'Afrique intertropicale. Centres d'origine et de diversification variétale primaire et berceaux d'agriculture antérieurs au XVI<sup>e</sup> siècle. *L'Agronomie tropicale, vol. 5 (9/10), p. 489-507.*

- Poulain J.F., Couey M., Sapin P., 1970. Etude comparée de systèmes d'exploitation en culture irriguée. *Saint-Louis, IRAT, 21 p.*
- Poussin J.C., 1993. Gestion technique de la riziculture irriguée. *Communication à l'atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée dans la moyenne vallée du Sénégal", Saint-Louis, 19-21/10/93. Dakar, ORSTOM, 15 p.*
- Reynard A., 1983. Rapport de synthèse des travaux effectués à la station de N'Dioul. Possibilités et intérêts de différents modèles d'exploitation familiaux. *Saint-Louis. ISRA, 112 p.*
- Reynaud A., Aubin J.P., Nieul M., Goarin P., Le Craz J., Monnier J., Beye G., Jan P., 1972. Recherches agronomiques concernant la riziculture dans le delta du fleuve Sénégal. *Richard-Toll, IRAT/SAED, 147 p.*
- Rijks D.A., 1976. Agrométéorologie. Développement de la recherche agronomique dans le bassin du fleuve Sénégal. *Rome/Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 171 p.*
- Rochette C., 1974. Le bassin du fleuve Sénégal. Monographie hydrologique. *Paris, ORSTOM, 440 p.*
- Roberge G., 1984. Rapport annuel sur les cultures fourragères 1983. *Dakar, ISRA, 52 p.*
- Sapin P., Courtessole P., Couey M., Sene D., Poulain J.F., Nicou R., Dancette C., 1970. Rapport analytique campagne d'hivernage 1968 et campagne de saison sèche 1968-1969 du projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal. *Saint-Louis, IRAT, 96 p.*
- Sapin P., Reynard A., 1968. La culture de décrue du sorgho dans la vallée du fleuve Sénégal. Quelques techniques culturales simples pour son amélioration. *L'Agro. Trop. Série 1, vol. 23, n° 8, p. 864-871*
- SEDAGRI, 1973. Etude pédologique. Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal. *Paris, BDPA / IRAT, PNUD / FAO/OMVS, 252 p.*
- Seguy J. et al, 1985 : La recherche agronomique dans la vallée du Fleuve Sénégal. Bilan et diagnostic. *Paris/Saint-Louis, ISRA/SAED/FAC, 155 p.*
- Sonko M., 1974. Note sur les potentialités et aptitudes culturales de trois types de sols de la moyenne vallée du Sénégal. *Richard-Toll/Bambey, IRAT, 35p*
- Tourrand J.F., Jamin J.Y., Landais E., 1985. L'élevage dans les systèmes de production du delta du fleuve Sénégal : bilan des connaissances acquises. *Dakar/Saint-Louis, ISRA, 77 p.*
- Tourrand J.F., Roberge G., Duret V., Jamin J.Y., 1986. Recherche sur les cultures fourragères irriguées dans la région du fleuve Sénégal : résultats acquis en 1985. *Dakar/Saint-Louis, ISRA, 21 p.*
- Tourrand J.F., 1993. L'élevage dans la révolution agricole au waalo. Ruptures et continuité. *Thèse de l'Univ. Paris XII, 416 p.*
- Tricart J., 1961. Notice explicative de la carte géomorphologique du delta du Sénégal. *Paris, BRGM, mém. n° 8. 118 p*
- Trinh T.T., 1976. Le cycle végétatif du riz, incidence des contraintes climatiques dans la vallée du Sénégal. *Dakar, PNUD/FAO/OMVS, 19 p.*
- Trinh T.T., 1977. L'expérimentation sur la triple culture céréalière annuelle dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. *Saint-Louis, PNUD/FAO/OMVS, 50p*
- Trouche G., 1992. Synthèse de trois années de recherche sur l'amélioration variétale du sorgho. *Bambey, ISRA, 6 p.*
- Vachaud G., Dancette C., Sonko M., Thony J.C., 1978. Méthodes de caractérisation hydrodynamique in situ d'un sol non saturé. Application à deux types de sol du Sénégal en vue de la détermination des termes du bilan hydrique. *Annales Agronomiques, vol. 29, n° 1, p. 1-36.*
- Van Brandt H., 1984. Rapport sur la campagne d'essais multiloceaux en milieu paysan dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal. *Saint-Louis, ADRAO, 28p*

□ Van Brandt H., 1987. Rapport sur les essais de vérification en milieu paysan. *Saint-Louis, ADRAO, 48 p.*

□ Van Damme P., 1982. Rapport technique final. *Dakar, FAO/ISRA-CDH, 14 p.*

□ Van Hove C., Diara H.F., Godard P., 1983. *Azolla* en Afrique de l'Ouest. *Richard-Toll, ADRAO, 30 p.*

□ Wanders A.A., 1974. La préparation du sol, le semis et le désherbage en riziculture. *Rome, FAO, 9 p.*

□ Zante P., 1984. Caractérisation et évolution des propriétés hydriques des sols alluviaux de la vallée du fleuve Sénégal. Périmètres de Tilène, Dagana, Savoigne. *Dakar, ORSTOM.*

□ □ □



# Gestion technique de la riziculture irriguée

□ □ □

J. C. Poussin

Agronome, ORSTOM, BP 1386, Dakar

A Nianga, les systèmes de productions, caractérisés avant les aménagements par une importante pluri-activité, sont actuellement recentrés sur la culture irriguée (Lericollais, travaux en cours). Pour les paysans, l'irrigation constitue un profond changement dans la façon de produire. En effet l'agriculture traditionnelle, fondée essentiellement sur les cultures de décrue (Boutillier *et al.*, 1962), a un caractère très extensif relativement aux trois facteurs, terre, capital et travail. A l'inverse, l'exploitation des périmètres irrigués, qui s'effectue sur des terres dont le coût d'aménagement varie entre 400.000 et 4.000.000 FCFA/ha, nécessite l'utilisation d'intrants (gas-oil pour l'irrigation, engrais, herbicides, produits phytosanitaires), mobilise fréquemment la mécanisation (motorisation ou traction animale) pour la préparation du sol, voire la récolte, et permet des rendements supérieurs à 6 t/ha.

Pour l'agronome, plusieurs questions, fortement liées, s'imposent : depuis la réalisation du "casier" de Nianga en 1975, soit moins d'une vingtaine d'années, les paysans ont-ils acquis une certaine maîtrise technique de l'agriculture irriguée ? A quels types de problèmes (agronomiques, techniques) sont ils confrontés, et quelles solutions utilisent-ils ? Enfin, quels référentiels, quels savoir techniques mobilisent-ils afin d'élaborer ces solutions ? C'est pour tenter de répondre à ces questions qu'une étude agronomique est menée. L'objet de cette communication est la restitution des résultats obtenus au cours de la première année de travail.

Focalisée sur l'analyse des pratiques culturelles, cette étude vise à comprendre la gestion technique de la culture irriguée. Nous avons choisi, pour cette première année, de nous intéresser principalement à la gestion technique à l'échelle de la parcelle cultivée et de l'unité de production, et secondairement à la gestion collective, à l'échelle des aménagements.

## DISPOSITIF D'ENQUÊTE

Le but de l'enquête est d'analyser les diverses modalités de mise en oeuvre par les paysans de l'agriculture irriguée. Nous avons choisi d'effectuer une étude approfondie associant enquêtes, observations et suivis, dans quelques situations "bien choisies". Le choix de ces situations doit permettre de révéler une

large gamme de problèmes de gestion technique. Ainsi, notre "échantillon" se limite-t-il à quatre paysans, cultivant chacun plusieurs parcelles situées dans différents périmètres irrigués (périmètre irrigué villageois, périmètre "intermédiaire", grand périmètre). Les quatre situations choisies sont présentées dans le tableau 1.

Paysan	Village	Statut	Âge	Composition de la famille	Parcelle			
					Périmètre	Nb	Surf.	Culture
A.S.	Donaye	Fils	26	4 H (1 âgé)	IT2	4	1.04	riz (CSC, HIV), tomate-oignon (CSF)
		du		3 F (1 âgée)	Béké-Wéké	1	0.10	riz (HIV) ou tomate-oignon (CSF)
		C.F.		2 E (10 ans)				
M.S.D.	Ndiawara	C.F.	28	2 H	SUMA Ndiawara	1	0.55	riz (DC)
				2 F (1 âgée)	PIV Ndiawara	4	0.26	riz (CSC, HIV), tomate-oignon (CSF)
				5 E (2 bébés)	Béké-Wéké	1	0.10	tomate-oignon (CSF)
I.D.	Guia	C.F.	26	2 H	SUMA Guia 3	1*	1.02	riz (DC)
				1 F	PIV FED Guia 4	2#	1.00	riz (CSC, HIV)
				2 E (bébés)	PIV Guia 1	1	0.07	tomate-oignon (CSF)
O.D.	Guia	C.F.	56	4 H (2 âgées)	SUMA Guia 3	2	2.04	riz (DC)
				6 F (3 âgées)	PIV Guia 6	2	0.74	tomate-oignon (CSF)
				6 E (1 bébé)				

(\*) prêt gratuit ; (#) métayage ; C.F. : chef de fooyre ; DC : double culture ; CSC : contre saison chaude ; HIV : hivernage ; CSF : contre saison froide

**Tableau 1 : présentation des situations observées**

L'exploitation par un même paysan de plusieurs parcelles dans plusieurs périmètres est assez courante. D'une part, l'exploitation simultanée de plusieurs parcelles induit des concurrences. D'autre part, l'histoire culturelle des parcelles, ainsi que leur situation dans différents périmètres montrent une certaine spécialisation des parcelles, voire des périmètres, en terme de système de culture (Lericollais, 1993). Les périmètres exploités par les paysans suivis sont présentés en annexe 1. Leur diversité porte non seulement sur des caractéristiques techniques relatives au matériel de pompage et la présence d'un réseau de drainage, mais aussi et surtout, sur des modes d'organisation des producteurs et de mise en valeur (tour d'eau, statut du groupement, gestion du crédit, mécanisation, cultures pratiquées et intensité culturelle).

L'étude effectuée dans chaque situation s'échelonne durant toute la campagne agricole et combine :

- un suivi des activités agricoles sur toutes les parcelles de l'exploitation,
- une enquête sur la gestion des périmètres dans lesquels sont situées les parcelles,



- l'observation régulière de l'état de toutes les parcelles exploitées,
- un suivi de l'élaboration du rendement du riz implanté en contre saison chaude 1993.

L'ensemble de ces informations doit permettre de reconstituer le calendrier des travaux agricoles à l'échelle de l'unité de production et les itinéraires techniques pratiqués, ainsi que d'identifier les conséquences et les déterminants des pratiques culturales pour les parcelles cultivées en riz durant la contre saison sèche 1993.

L'analyse de ces informations et la présentation des résultats s'effectue alors à deux niveaux : la parcelle et l'unité de production, en explicitant pour chacun les interactions avec la gestion collective à l'échelle du groupement de producteur ou de l'aménagement.

## GESTION TECHNIQUE A L'ÉCHELLE DE LA PARCELLE

Pour cette étude, nous nous sommes limités aux parcelles cultivées en riz durant la saison sèche chaude 1993.

### Les pratiques culturales et l'évolution de l'état des parcelles

Les pratiques culturales, présentées en détail en annexe 2, tentent de suivre les modèles techniques vulgarisés par la SAED ou les divers projets à l'origine de la création des périmètres. Ces modèles techniques sont peu nombreux, et les différences essentielles se limitent au type de préparation du sol (manuelle, attelée, motorisée) et au mode de semis (semis direct à la volée ou repiquage). A l'inverse, les modalités d'application de ces modèles techniques pour les sept parcelles suivies sont très diverses.

L'analyse de ces pratiques, complétées par un suivi de l'état des parcelles (Tableau 2) conduit aux remarques suivantes :

#### - Préparation du sol :

Elle est effectuée à l'aide d'un ou deux passages d'offset dans pratiquement tous les cas. L'utilisation de la motorisation s'explique par un coût relativement faible de la prestation (15.000 F/ha pour 1 passage) allié à une rapidité d'exécution. La gestion du matériel (ou le contrat avec un prestataire) est assurée par le groupement de producteur (GP) ; la qualité du travail réalisé est sous la responsabilité du chauffeur de tracteur.

A Guia 4, le projet FED préconise une pré-irrigation et l'utilisation de la traction bovine pour le labour : sur l'ensemble du périmètre, 5 ha ont été labourés avec les unités de culture attelée mais, voyant la vitesse et la qualité du travail réalisé, et disposant de prestataires à proximité (tracteurs des SUMA), les paysans ont utilisé la motorisation pour réaliser la préparation du sol.

	A.S.	M.S.D		I.D.		O.D.	
	IT2	SUMA Ndiawara	PIV Ndiawara	SUMA Guia 3	PIV FED Guia 4	SUMA Guia 3 pilote	SUMA Guia 3 ferme
	2/03	11/03	20/04	7/03	23/03	9/03	13-23/03
Semis	mottes 5-20 cm hétérog. forte adventices micro-relief	mottes 3-15 cm hétérog. forte résidus micro-relief	mottes 5-20 cm hétérog. forte micro-relief	mottes 5-20 cm hétérog. forte adventices résidus micro-relief	mottes 5-25 cm hétérog. forte micro-relief résidus	mottes 3-15 cm pb nivellement pb irrigation hétérog. forte	mottes 5-20 cm hétérog. forte micro-relief adventices résidus
Levée	18 jas densité très irrégulière adv. 15-30%	19 jas densité assez irrégulière adv. 30-50%	15 jas densité assez irrégulière adv. 10-40%	18 jas densité très irrégulière adv. 30-50%	15 jas nbx manques à la levée ressemis adv. 0-20%	15 jas levée très irrégulière adv. 10-40%	20 jas levée très irrégulière adv. 30-50%
Tallage	48 jas densité faible maïs régulière adv 0-15%	48 jas hétérog. forte (densité, adv.) adv. 0-20%	30 jas hétérog. moy. (densité) adv. 0-10%	52 jas hétérog. forte (densité, adv.) adv. 30-50% à floraison	47 jas hétérog. forte (densité, stade) adv. 0-20%	43 jas hétérog. forte (densité, adv.) adv. 20-50%	48 jas hétérog. forte (densité, adv.) adv. 0-30%
Initiation Paniculaire	70 jas	70 jas	56 jas	72 jas	75 jas	76 jas	78 jas
80 % Maturité	120 jas hétérog. forte adv. 0-60%	115 jas hétérog. moy. adv. 0-30%	105 jas hétérog. moy. adv. 0-30%	116 jas hétérog. forte adv. 10-40%	118 jas hétérog. forte adv. 10-30%	117 jas hétérog. forte adv. 40-60%	120 jas hétérog. forte adv. 10-40%

(jas : jours après semis)

**Tableau 2 : l'état des parcelles et de la culture.**

Dans tous les cas, l'observation de l'état des parcelles avant semis signale de nombreuses mottes et un micro-relief très important. Le plus souvent les paysans tentent de corriger micro-relief et nivellement à l'aide d'un râteau lors de la mise en eau, mais l'état du lit de semence demeure néanmoins très grossier, et la profondeur de la lame d'eau dans la parcelle varie entre 2 et 25 cm même en cas de planage correct. Ces deux éléments induisent des conditions de levée des semences très hétérogènes à l'intérieur de la parcelle.

Cette remarque concerne également la pépinière d'A.S. : celle-ci a été constituée en bordure de parcelle et n'a pas bénéficié d'un soin particulier quant à la préparation du lit de semence.

### - Semis :

La date de semis est conditionnée par celle de la mise en eau du périmètre, qui est décidée au niveau du GP qui gère le périmètre (pour Nianga, c'est l'union des SUMA en accord avec la SAED). Cette décision de mise en eau est elle-même conditionnée par l'obtention d'un crédit de campagne (l'existence d'un fond de roulement permet plus de souplesse).

Semis en pépinière et repiquage nécessitant beaucoup de travail, le semis direct en pré-germé est la technique la plus utilisée. Le choix du mode de semis et celui de la variété peuvent faire l'objet d'une concertation lors de la réunion du GP pour la préparation de la campagne, mais ils dépendent, au semis, des initiatives individuelles.

A.S. utilise la technique du repiquage (cas général sur IT2 sauf quelques exceptions), mais il ne pratique pas de pré-germination (ce qui peut expliquer la lenteur observée pour la levée) ; les autres paysans suivis réalisent un semis direct en pré-germé.

Aucun des quatre paysans n'utilise de semences sélectionnées ; pour compenser un pouvoir germinatif incertain, ils ont intérêt à augmenter la dose de semis (la norme se situe autour de 120 kg/ha soit, pour un pouvoir germinatif de 90%, 500 à 600 graines germées/m<sup>2</sup>). Les doses de semis sont très variables, de 110 à 370 kg/ha ; chez un même paysan, la dose peut varier du simple au double.

Dans tous les cas, on observe une forte hétérogénéité (densité et vitesse) de la levée que l'on peut mettre en relation avec l'état du lit de semence, la variabilité de la profondeur de la lame d'eau et la technique de semis à la volée. Notons que les paysans maintiennent une lame d'eau importante afin d'éviter les dégâts d'oiseaux et la levée précoce des adventices, mais cette importante lame d'eau, du fait de sa température assez basse (surtout en Février-Mars), freine également la levée du riz.

### - Désherbage :

Le désherbage chimique est pratiquement obligatoire lors d'un semis direct ; il ne l'est pas pour les parcelles repiquées, du fait de l'implantation de plantes adultes qui supportent une lame d'eau plus importante au détriment des adventices, et peut être remplacé par un sarclage, qui est facilité par la disposition du peuplement.

L'achat des produits de désherbage est en général effectué par le GP. Les paysans peuvent également en acquérir individuellement si la dose ou le type de produit ne leur convient pas, et s'ils peuvent payer au comptant. Mais les fournisseurs à Podor ne disposent pas d'une gamme de produits très variée.

Les techniques mises en oeuvre sont assez variables selon les paysans et également selon les parcelles. On remarque cependant un sous-dosage quasi

général du produit (dose recommandée : 8 à 10 l/ha pour le Propanil) lors du premier désherbage. Un désherbage localisé, qui permet d'utiliser moins de produit, est souvent effectué en "rattrapage", mais généralement trop tard car les adventices sont à un stade trop avancé pour que le produit soit efficace. Le sarclage manuel, difficile lors d'un semis direct et nécessitant une main d'oeuvre importante, est également trop tardif. Les densités d'adventices dans les parcelles, estimées par le pourcentage de recouvrement de la surface (cf. tableau 2), sont ainsi parfois très importantes.

- Fumure :

La fourniture d'engrais suit les mêmes règles que pour les produits de désherbage. Il n'est pas rare que leur livraison ait lieu après le démarrage de la campagne.

La fumure conseillée est un engrais de fond lors de la préparation du sol, suivi de deux apports égaux d'urée, soit au total 120 unités d'azote. Les dates d'apports sont fixés en nombre de jours depuis le semis, et correspondent aux stades tallage et début montaison (ou initiation paniculaire) pour la variété Jaya cultivée en hivernage.

Seul A.S. réalise une fumure de fond ; les autres n'ont pas reçu l'engrais à temps pour effectuer cette opération. Le fractionnement en deux apports est très souvent réalisé, mais la comparaison entre les dates de ces apports et les dates des stades montre qu'il n'existe pas de correspondance systématique.

Les doses totales d'azote apporté sont très variables ; chez un même paysan, elles peuvent varier du simple au double selon la parcelle.

- Irrigation :

Les contraintes qui pèsent sur l'irrigation au niveau de la parcelle sont essentiellement liées aux caractéristiques du périmètre (station de pompage, qualité du réseau, existence de tours d'eau) et à sa gestion par les groupements de producteurs.

Dans les périmètres suivis, deux problèmes sont apparus. Sur la parcelle d'O.D. (SUMA Guia 3 pilote), la lenteur de la mise en eau est due au mauvais état de l'irrigateur (pente et enherbement) qui n'est pas entretenu par le groupement de paysans. Sur le PIV de Ndiawara, le GMP est ancien et le tour d'eau dure 7 à 12 jours ; la parcelle de M.S.D. était parfois très asséchée et la culture a dû en souffrir. De plus, la subdivision des parcelles par des diguettes pour corriger un mauvais planage, complique fortement la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle.

Notons que l'assec ou l'arrêt de l'irrigation s'effectue assez tard afin que les dernières panicules ne subissent pas de stress. Cette pratique (en plus des fréquents mélanges variétaux) induit un étalement de la maturité des panicules qui pose certains problèmes à la récolte, particulièrement lorsque celle-ci est

mécanisée (Le Gal, 1988 ; Dingkuhn *et al.*, 1993).

- Récolte :

La récolte manuelle nécessite souvent l'appel à une main d'oeuvre salariée pour le fauchage et le battage (les batteuses mécaniques sont rarement en état de fonctionner). Son coût (fauchage et battage) représente généralement 20% de la quantité de paddy récoltée.

La présence de moissonneuses-batteuses incite les paysans à réaliser une récolte mécanisée, d'autant que le coût de la prestation est relativement faible (15% à 20% du paddy récolté pour un rendement supérieur à 4 t/ha). En dehors d'une taille suffisante des parcelles (au moins 0,5 ha) et de la présence de pistes d'accès, elle nécessite une portance et une homogénéité quant à la maturité des panicules plus importantes qu'en récolte manuelle. Cette nécessité, ainsi que l'arrivée tardive des machines ont généralement pour conséquence une récolte du riz à surmaturité, avec des pertes par égrenage au champ parfois importantes.

### Conséquences des pratiques sur l'élaboration du rendement

L'observation des conditions d'implantation du riz nous a conduit à mettre en place un dispositif visant à mesurer la variabilité intra-parcellaire et son évolution au cours du cycle de la culture. Plutôt que la mise en place d'un suivi de stations à l'intérieur de chaque parcelle, nous avons choisi de pratiquer des sondages à différents stades "clés" vis à vis de l'élaboration du rendement du riz : après la levée ou le repiquage (mesure du nombre de pieds), à l'initiation paniculaire (nombre de talles et biomasse aérienne mesurée par le poids de matière sèche) et à la maturité (nombre de panicules, de grains, et rendement).

Le tableau 3 récapitule les résultats obtenus par ces sondages dans les différentes parcelles observées. Ces sondages étant effectués au hasard dans la parcelle, le nombre de répétitions étant faible et l'hétérogénéité intra-parcellaire forte, les moyennes des sondages ne sont pas strictement représentatives des moyennes parcellaires. Les valeurs minimales et maximales sont indicatives de la variabilité intra-parcellaire.

Les rendements moyens, calculés à partir des sondages, sont nettement supérieurs à ceux obtenus dans les parcelles. Pour espérer approcher au mieux le rendement de la parcelle (ce qui n'est pas ici l'objectif du sondage), il est nécessaire d'effectuer un zonage de la parcelle, puis d'effectuer un sondage dans chacune des zones identifiées.

	A.S.			M.S.D						I.D.						O.D.					
	IT2			SUMA Ndiawara			PIV Ndiawara			SUMA Guia 3			PIV FED Guia 4			SUMA Guia 3 pilote			SUMA Guia 3 ferme		
	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy	min	max
nb pieds	12	7	17	234	78	388	251	206	388	202	57	378	71	29	141	92	37	311	179	38	367
nb talles	79	60	100	151	118	210	220	163	277	297	225	339	123	94	122	117	65	222	241	113	554
biomasse aérienne (g)	89	51	123	406	355	467	321	212	401	364	290	431	239	135	312	236	98	471	259	134	524
nb panicules	93	35	119	148	95	194	147	126	164	219	206	243	171	125	211	236	130	370	-	-	-
panicules fertiles	92	34	118	141	93	186	143	126	160	219	206	243	169	123	207	229	123	367	-	-	-
nb grains (x1000)	7.3	2.6	10.2	7.2	5.2	8.7	10.5	9.7	11.3	9.7	7.3	11.3	12.2	8.6	14.3	7.3	6.3	8.9	-	-	-
grains pleins (x1000)	6.2	2.0	9.2	6.8	5.0	8.4	8.7	7.9	9.2	8.4	5.5	9.5	10.1	7.4	11.9	6.5	5.7	7.8	-	-	-
poids 1000 grains (g)	18.0	16.6	18.5	22.0	21.2	22.5	23.0	22.3	23.2	21.0	20.1	21.7	20.2	20.1	21.0	21.0	20.5	21.8	-	-	-
rdt station (t)	3.9	1.4	5.7	5.9	3.9	6.8	7.0	6.2	7.5	6.1	4.1	7.0	7.3	5.2	8.8	4.9	4.4	5.6	-	-	-
rdt parcelle (t)	2.5			3,5			4,0			3,0			4,5			2,0			-		

N.B. : Exceptés les rendements (en t/ha) les composantes sont mesurées sur une surface de 0.332 m<sup>2</sup>.

A la suite d'un désaccord avec O.D. nous n'avons pas pu effectuer nos sondages à maturité sur sa parcelle SUMA Guia 3 pilote.

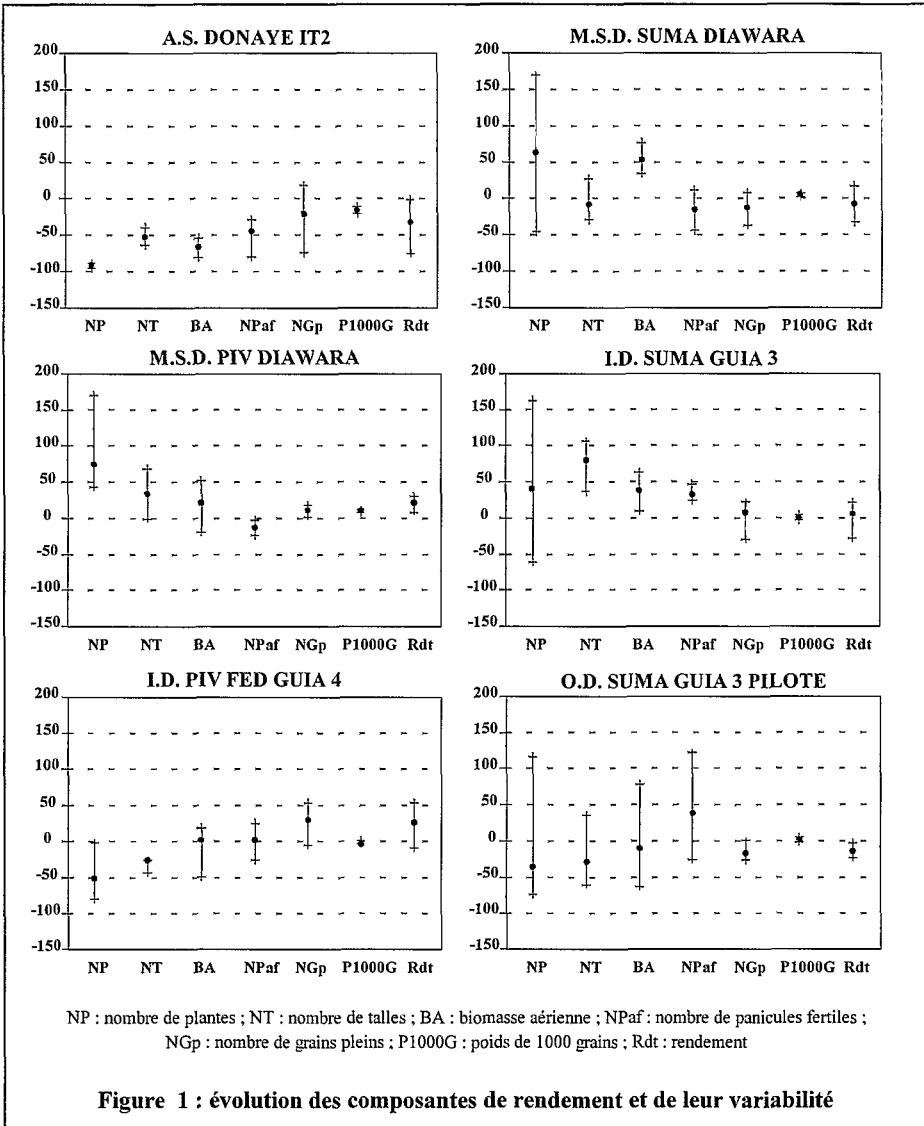
**Tableau 3 : élaboration des rendements des parcelles.**

Les graphiques de la figure 1 sont construits à partir du tableau 3 : la valeur 0 correspond à la valeur moyenne sur le réseau pour chaque composante ; les écarts mini et maxi sont exprimés en pourcentage des valeurs moyennes. Ces graphiques permettent de comparer les parcelles entre elles sur la base des composantes de rendement observées et de leur variabilité, en relation avec les itinéraires techniques pratiqués. Cette analyse s'appuie sur un schéma d'élaboration du rendement du riz irrigué (Durr, 1984). Dans ce schéma, la biomasse aérienne potentielle à l'initiation paniculaire est fonction de la densité de plantes ; la biomasse obtenue dépend alors de la nutrition azotée jusqu'au stade initiation paniculaire. Le nombre de panicules est fortement lié à cette biomasse. Le nombre de fleurs par tiges, et donc le nombre de grains, dépend alors de la croissance des panicules ; cette croissance des panicules nécessite une bonne nutrition azotée.

**A.S. Donay IT2 :**

La pratique du repiquage est à l'origine de la relative homogénéité de la densité de plantes (NP). Le tallage très important ne compense pas la faible densité (les poquets de 2 à 4 plantes sont espacés de 25 à 35 cm). La faible biomasse aérienne, induite par cette faible densité et un premier apport d'urée tardif, limite le nombre potentiel de panicules. La dose d'azote très importante

permet néanmoins une bonne croissance des panicules, laquelle induit un important nombre de grains (NG). Le poids de 1000 grains pleins (P1000G) relativement faible peut s'expliquer par le nombre de grains par panicule très élevé.



L'augmentation de la variabilité des composantes est liée à l'infestation croissante par les adventices, en particulier du genre *Echinochloa*, qui n'est pas contrôlée par un sarclage.

M.S.D. SUMA Ndiawara :

Les conditions d'implantation et la densité de semis sont à l'origine de l'irrégularité de la densité de plantes qui peut dépasser 1.000 pieds/m<sup>2</sup> par endroits ; l'importance de la densité explique le faible tallage (ces remarques sont générales aux parcelles semées par semis direct).

La forte biomasse aérienne s'explique par le nombre de plantes (NP) et un premier apport d'azote adéquat, mais la faible dose du second apport limite le nombre de panicules fertiles (NPAF) ainsi que leur croissance, ce qui induit un faible nombre de grains (NG).

La variabilité reste assez importante, mais relativement constante, tout au long du cycle à cause d'une maîtrise précoce des adventices.

M.S.D. PIV Ndiawara :

Les problèmes d'irrigation sont sans doute à l'origine d'une biomasse aérienne et d'un nombre de panicules limités (et peuvent aussi expliquer la réduction de la variabilité). L'importance du nombre de grains et du poids de 1.000 grains est liée à une bonne nutrition azotée ; la dose totale d'azote est néanmoins trop élevée (210 unités alors que 120 sont conseillées).

I.D. SUMA Guia 3 :

La dose du premier apport ainsi que l'infestation importante par les adventices expliquent la faible biomasse aérienne, qui limite le nombre potentiel de panicules, et donc le nombre de panicules, malgré un deuxième apport d'urée important. L'importance de la concurrence avec les adventices ainsi que certains problèmes d'irrigation liés à la subdivision de la parcelle afin de corriger le planage, interviennent pour limiter le nombre de grains.

La variabilité des composantes est liée à l'irrégularité du peuplement et l'enherbement, et reste assez forte tout au long du cycle.

I.D. PIV FED Guia 4 :

La mauvaise pré-germination est à l'origine des manques à la levée. Le ressemis ne permet pas de rattrapage car le nombre de talles reste faible. L'important apport d'urée permet néanmoins l'obtention d'une biomasse aérienne ainsi qu'un nombre de panicules et un nombre de grains élevés.

L'augmentation de la variabilité en fin de cycle est liée à un enherbement tardif, non contrôlé par le sarclage.

O.D. SUMA Guia 3 pilote :

Cette parcelle est particulière. La variabilité très forte de la densité (pieds et talles), de la biomasse aérienne et du nombre de panicules est liée à la très forte irrégularité du peuplement. L'absence de désherbage et de sarclage induit



une très forte concurrence entre le riz et les adventices, qui explique le faible nombre de grains.

L'observation et le suivi de quelques parcelles ont permis de relever quatre grands types de problèmes qui influent plus ou moins directement sur la conduite de la culture et l'élaboration du rendement :

- 1) Les conditions d'implantation (mauvaise qualité du lit de semence, maîtrise de la pré-germination, semis direct à la volée, densité de semis, contrôle de la hauteur de la lame d'eau) induisent un peuplement très irrégulier ainsi qu'un démarrage précoce de l'infestation par les adventices. Le repiquage permet de corriger ce phénomène (la densité de plants peut être augmentée), mais il nécessite une main d'oeuvre importante et il est difficile de faire appel à l'entraide lorsque la main d'oeuvre familiale est réduite.
- 2) L'infestation par les adventices conditionne fortement la production. Elle est mal contrôlée par les paysans, soit par la hauteur de la lame d'eau, soit par désherbage chimique (dose, stade d'application, choix et disponibilité du produit selon le type d'adventice), soit par sarclage manuel (stade avancé des adventices). Notons que cette infestation concerne également les diguettes et les canaux d'irrigation, dont l'entretien est géré par le GP.
- 3) La conduite de la fumure conditionne également fortement la production. L'adaptation des doses et le calage des dates d'apports vis-à-vis de la croissance de la culture ne semble pas encore acquis.
- 4) L'irrigation enfin est déterminante. Le réseau hydraulique, dont l'entretien doit être régi par le GP, est rapidement dégradé (les travaux d'entretien des canaux existent dans les PIV, mais pas dans les deux SUMA suivies). Cette dégradation influe directement sur l'irrigation des parcelles, de même que l'état du GMP ou de la station de pompage, et peut conduire à l'arrêt de l'exploitation du périmètre.

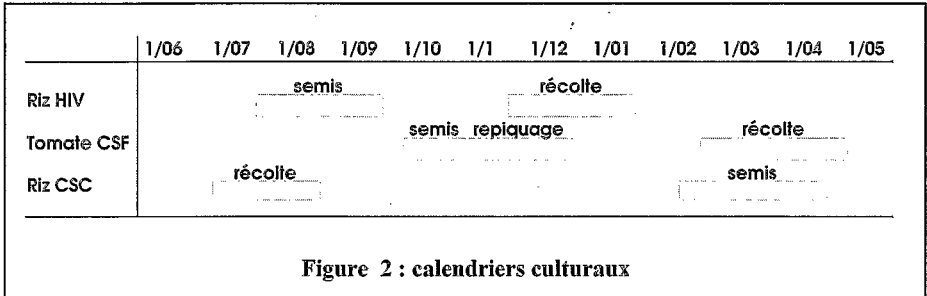
## GESTION TECHNIQUE A L'ÉCHELLE DE L'UNITÉ DE PRODUCTION

Nous limiterons notre analyse aux problèmes d'organisation du travail liés à la conduite simultanée de plusieurs parcelles ou spécifiques à certaines successions culturales, et à ceux nés d'une organisation collective de la production.

### Organisation du travail et systèmes de culture

Compte tenu des calendriers des trois campagnes culturales (riz d'hivernage, tomates et oignons de contre saison froide, riz de contre saison chaude) menées sur différentes parcelles, les paysans (pas seulement les quatre qui ont

été suivis) sont généralement confrontés à un problème de concurrence entre travaux pendant trois périodes (Figure 2).



La première se situe en novembre-décembre. A cette période, deux ensembles de travaux peuvent entrer en concurrence : le repiquage des tomates et des oignons d'une part, semés en pépinière de fin septembre à fin octobre, et d'autre part, la récolte du riz d'hivernage, implanté entre fin juillet et début septembre. Les semis précoces (riz de cycle unique, tomates et oignons primeurs) conduisent à une superposition plus marquée des deux ensembles de travaux.

La concurrence entre travaux se superpose à celle entre deux objectifs. Le premier est un objectif à court terme d'auto-consommation du riz récolté ; il est d'autant plus important qu'il peut exister un problème de soudure alimentaire liée à la taille de la famille et/ou une mauvaise récolte de riz de contre saison chaude. Le second est un objectif à plus long terme, d'un surplus monétaire obtenu grâce au maraîchage ; d'une part, un retard sur le repiquage influe durement sur la production, d'autre part, les prix sont plus élevés pour les primeurs, et chutent ensuite fortement. Le plus souvent, c'est l'objectif à court terme qui est privilégié ; la récolte du riz est alors prioritaire.

La seconde période se situe en mars-avril, où il y a concurrence entre l'implantation du riz de contre saison chaude (semis, repiquage, désherbage), la récolte des tomates et, dans une moindre mesure, celle des oignons.

La culture de la tomate s'effectue sous contrat avec un industriel qui assure la commercialisation de la production. La récolte des tomates est prioritaire ; son rythme est déterminé par le passage des camions chargés de l'évacuation de la production.

A l'inverse, la commercialisation des oignons n'est pas assurée ; le marché local est très rapidement saturé et les prix chutent fortement. Les paysans peuvent différer la récolte (conservation au champ ou dans des magasins), ou chercher à vendre immédiatement leur production en dehors de la zone, vers Matam ou Bakel, et peuvent alors s'absenter plusieurs semaines. La gestion des priorités entre travaux concerne ainsi un choix entre l'implantation précoce du riz (semis et désherbage) afin d'éviter un risque de pluie avant et

pendant la récolte, et la récolte des oignons, avec commercialisation immédiate pour obtenir un revenu monétaire, ou stockage avec risque de pertes qui constitue un pari sur l'évolution des prix.

La troisième période concerne la concurrence entre récolte du riz de contre-saison et semis du riz d'hivernage, lorsque ces deux cultures sont conduites sur des parcelles différentes. Cette "fausse" double culture est assez fréquente. La culture de contre saison chaude est implantée de début mars à mi-avril, et la culture d'hivernage peut être semée dès la fin du mois de juillet ou le début du mois d'août. Comme pour la première période, la récolte est réalisée en priorité pour subvenir aux besoins alimentaires de la famille.

Les paysans pratiquent également la "vraie" double culture. C'est le cas cette année sur plus de 70% des parcelles du périmètre de Nianga, et à Guia 4, toutes celles cultivées en contre saison chaude ont été implantées, même très tardivement, en hivernage.

La possibilité de réaliser deux cycles de culture sur la même parcelle a déjà été étudiée (Jamin, 1986 ; Le Gal, 1988 ; Le Gal 1989). Outre la prise en compte des contraintes agro-climatiques pour le choix des variétés et des calendriers culturaux (Dingkuhn *et al.*, 1993), c'est l'organisation collective de la production qui pèse sur l'existence de deux goulots d'étranglement lors de l'implantation de chaque cycle (Le Gal, travaux en cours).

### Organisation collective et conduite des cultures

La décision de réalisation d'une campagne de culture est prise par le GP après consultation des paysans lors d'une assemblée générale. Les entretiens avec les paysans et les chefs de groupement montrent que l'idée de la réalisation d'une prochaine campagne est généralement très précoce. Mais la formulation du projet lors de l'assemblée générale et sa mise en oeuvre sont effectués très tardivement, souvent moins d'un mois avant le démarrage de la campagne. Pourtant, la formulation d'un projet de campagne concerne des éléments essentiels :

- remise en état éventuelle du GMP et du réseau d'irrigation ;
- organisation des travaux de préparation du sol (après une pré-irrigation dans les PIV FED) ;
- prévision des achats d'intrants (gasoil, engrais, *etc.*) ;
- montage éventuel d'un dossier de crédit.

Les paysans, membres du groupement, semblent très peu participer à la prise de décision (Tarrière, 1993). Les membres du bureau et particulièrement le président, par leurs qualités personnelles, ont un rôle décisif dans le fonctionnement du GP : un président peut ainsi avoir formulé très tôt le projet de campagne, l'assemblée générale n'ayant pour but que d'entériner ce projet.

L'existence d'un fonds de roulement couvrant la majorité des charges de culture est un atout essentiel au démarrage précoce de la campagne. Il permet également de faire face rapidement à un accident en cours de culture comme la panne du GMP. Pour pallier l'absence de fonds de roulement, le GP a recours au crédit (bancaire, s'il a un statut de GIE, privé sinon) et/ou demande aux paysans une cotisation. L'obtention d'un crédit bancaire suppose un délai important, et nécessite le remboursement des prêts antérieurs. Quant aux cotisations, elles peuvent aussi être longues à réunir et dépendent fortement de la réussite de la campagne passée. Le renouvellement du fonds de roulement doit donc constituer pour le GP une priorité.

Les intrants distribués (engrais, herbicides) sont identiques pour tous les paysans d'un même groupement ; les quantités sont calculées au prorata des surfaces. Certains paysans ont exprimé lors de nos entretiens leur désaccord avec le chef du groupement pour le choix des engrais (type et quantité), mais ils ne désirent pas intervenir auprès du bureau pour modifier ce choix. La gamme des produits disponibles chez les fournisseurs est limitée (l'achat d'un désherbant ou d'un produit de traitement spécifique est souvent difficile) et les délais d'approvisionnement sont très variables. Ainsi, en 1993, l'engrais de fond a été livré après le semis. Mais cette uniformité au sein des groupements peut être masquée au niveau des parcelles par deux types de mécanismes. D'une part, les paysans peuvent s'approvisionner individuellement auprès des fournisseurs de Podor, mais ils doivent pour cela disposer d'une trésorerie suffisante. D'autre part, il n'est pas rare qu'un paysan utilise une partie des intrants distribués sur d'autres parcelles. C'est le cas notamment des cultures d'oignon et de tomate sans contrat qui bénéficient des engrais distribués au prorata des surfaces de tomate en contrat.

L'entretien du réseau et du matériel d'irrigation est assuré par le GP. La présence d'un mécanicien (à Donaye, sur le grand périmètre de Nianga, et à Guia 4 par l'intermédiaire du projet FED) et le sérieux du pompiste sont des avantages importants. L'amortissement du matériel ne constitue pas une priorité dans les PIV, et les GMP sont souvent très anciens (2 GMP fonctionnels pour 5 PIV à Ndiawara). Sur IT2 par contre, le GP dispose en réserve d'un matériel neuf. L'entretien du réseau dans les PIV et sur IT2 est réalisé par les paysans lors de travaux collectifs qui sont décidés par le groupement. Sur le grand périmètre de Nianga, cet entretien était assuré par la SAED jusqu'en 1993, et les SUMA doivent prendre le relais.

Du côté des paysans, l'implantation du riz par exemple dans le périmètre peut s'étaler sur plus de trois semaines à partir de la date de mise en eau de l'aménagement. Si le choix de la variété et celui du mode de semis ont fait l'objet d'un "consensus" lors de l'assemblée générale, au semis, ce choix reste individuel. Ainsi sur IT2 en 1993, l'assemblée générale s'est prononcée en faveur du semis direct à cause du démarrage tardif de la campagne, mais la plupart des paysans ont effectué une implantation par repiquage.

L'étalement des dates de semis se répercute sur les dates de maturité, de récolte et par conséquent, sur la préparation de la campagne suivante en cas de double riziculture (Le Gal, travaux en cours).

## CONCLUSION

L'agriculture traditionnelle était fortement dépendante d'aléas d'origine climatique (pluviosité pour la culture de *jeeri*, importance de la crue pour la culture de *waalo*) ; les aléas qui pèsent sur l'agriculture irriguée sont très différents (Lericollais, 1989). Ainsi, la pluie en hivernage est devenue un aléa aux conséquences défavorables, et l'organisation de la filière et la gestion collective de la production pèsent fortement sur la conduite des cultures.

La multiplicité des parcelles chez un même paysan, qui tient souvent d'une stratégie foncière, est également un moyen pour gérer ces nouveaux risques à travers une diversification des cultures et des organisations chargées de gérer les périmètres.

Mais cette multiplicité s'ajoute à celle des facteurs et conditions qui influent sur l'élaboration du rendement à l'échelle de la parcelle. L'acquisition par les paysans d'un référentiel technique dans un univers aussi complexe ne peut être que très lente. En effet, si la "cause" principale d'un rendement faible sur une parcelle est un envahissement important par les adventices, cet envahissement peut avoir pour origine un désherbage chimique inefficace (dose de produit, stade des adventices, matière active inadéquate) combiné à une mauvaise implantation de la culture. Or, la vitesse et l'homogénéité de l'implantation dépend pour partie de la qualité des semences (pouvoir germinatif, contrôle de la pré-germination) et de la technique de semis à la volée, mais aussi de l'état de la parcelle au semis (travail du sol grossier, variabilité de hauteur de la lame d'eau).

L'analyse agronomique à l'échelle de la parcelle a permis d'identifier de nombreux signes de manque de maîtrise technique au niveau de l'implantation, du contrôle de l'enherbement, de la fumure et de l'irrigation. Mais il nous semble également prioritaire d'aborder le problème de la gestion technique à l'échelle de l'unité de production, avec particulièrement la programmation de la campagne et de son calendrier. Cette "programmation" doit permettre de dégager avec les acteurs, paysans ou GP, les divers risques qui apparaissent durant la conduite des cultures, identifier leur conséquences et envisager des solutions.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Bonnefond P., Caneill J., Auriol O., Ndiaye M., Minvielle J., Clément A., 1980. Etude des unités de production de paysans pratiquant la culture irriguée dans le cadre de la SAED. *ISRA, IRAT, ORSTOM, INA-PG ; multigraphié, 62 p. + annexes.*
- Boutillier J. L., Cantrelle P., Causse J., Laurent C., N'doye T., 1962. La moyenne vallée du fleuve Sénégal. *Paris, P.U.F., 370 p.*
- Dingkuhn M., Le Gal P. Y., Poussin J. C., 1993. RIDEV : un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et calendriers culturaux. *Atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée", ISRA-ORSTOM, St Louis, 19-21 oct. 1993.*
- Durr C., 1984. Systèmes de culture et élaboration du rendement du riz (*Oryza sativa L.*) en Camargue. *Thèse présentée à l'INA-PG pour l'obtention du titre de Docteur-Ingénieur. Paris, INA-PG, 204 p. + annexes*
- Jamin J. Y., 1986. La double culture du riz dans la vallée du fleuve Sénégal : mythe ou réalité. *Cahiers de la Recherche Développement, n°12, déc. 1986, pp. 44-56.*
- Le Gal P. Y., 1988. Situation et problématique de la récolte et post-récolte du riz sur le delta du fleuve Sénégal. *ISRA, St Louis, multigraphié, 38 p. + annexes*
- Le Gal P. Y., 1989. Double culture et riziculture de saison sèche chaude. *ISRA, St Louis, multigraphié, 17 p.*
- Le Gal P. Y., 1993. Processus de décision et innovation : l'exemple de la double riziculture irriguée dans le delta du fleuve Sénégal. *Colloque "Innovation et Société", CIRAD-INRA-ORSTOM, Montpellier, 13-16 sept. 1993.*
- Lericollais A., 1989. Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal. *In "Le risque en agriculture", ed. M. ELDIN & P. MILLEVILLE, collection "A travers champs", ORSTOM, pp. 419-436.*
- Lericollais A., 1993. Histoires de périmètres. *Atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée", ISRA-ORSTOM, St Louis, 19-21 oct. 1993.*
- Tarrière C., 1993. Les groupements de producteurs dans le village de Donaye. *Atelier "Nianga, laboratoire de la culture irriguée", ISRA-ORSTOM, St Louis, 19-21 oct. 1993.*

□ □ □

... / ...

Annexe 1 : Caractéristiques des périmètres irrigués.

Périmètre	Type	Gestion de l'eau	Matériel agricole	Gestion du crédit	Systèmes de culture
SUMA Guia 3 et SUMA Diawara	2 SUMA du grand périmètre de N'anga	Station de pompage gérée par Union des SUMA depuis mi 93  Réseau de drainage	tracteur et offset pour la préparation du sol, batteuse (pas vu fonctionner) La taille des parcelles permet la récolte à la moisson par prestataire	SUMA et Union des SUMA	Double riziculture (70% des surfaces en 93)
PIV Diawara (5 PIV de 8 à 23 ha)	PIV	3 GMP (anciens) pour 5 PIV Tour d'eau entre secteurs et parcelles Pas de drains	Présence d'un propriétaire de tracteur dans le village qui réalise le travail du sol	Constitution d'un GIE en 93  Pas de fond de roulement	Spécialisation des PIV : riz (CSC, HIV) ou tomate-oignon (CSF)
Guia 1 et Guia 6	PIV	1 GMP chacun Tour d'eau entre secteurs et parcelles Pas de drains	Travail du sol au tracteur (prestataire dans le village)	GIE  Pas de fond de roulement	Tomate-oignon (CSF)
Guia 4 (45 ha)	PIV FED	2 GMP  Tour d'eau entre secteurs et parcelles Pas de drains	10 unités de culture attelée, batteuse (pas vu fonctionner)  Travail du sol par prestataire (40 ha en 93)	GIE + conseils FED  Fond de roulement	Riz (CSC, HIV), oignon (très peu), pas de tomate
Donaye IT2 (50 ha)	Périmètre intermédiaire italien	(mécanicien salarié) Tour d'eau entre secteurs, irrigation par siphons  Pas de drains	tracteur (prestataire dans le village) Récolte mécanisée (parfois) par prestataire  Unités de motoculture abandonnées	GIE + Coopérative  Fond de roulement	Succession riz CSC, tomate-oignon CSF, riz HIV dans les secteurs "riz" et "polyculture" (gestion enherbement)
Béké-Wéké	PI Privé	1 GMP Tour d'eau entre secteurs et parcelles  Pas de drains	Travail du sol au tracteur par prestataire	GIE + Coopérative  Pas de fond de roulement	2 secteurs : tomate-oignon CSF, riz HIV

SUMA : Section d'Utilisation du Matériel Agricole ; PIV : Périmètre Irrigué Villageois ; GMP : Groupe Moto-Pompe ; GIE : Groupement d'Intérêt Economique

Annexe 2 : Les pratiques culturales

	A.S.	M.S.D.		I.D.		O.D.	
	IT2 0,42 ha	SUMA Ndiawara 0,55 ha	PIV Ndiawara 0,11 ha	SUMA Guia 3 1,02 ha	PIV FED Guia 4 0,50 ha	SUMA Guia 3 Pilote 1,02 ha	SUMA Guia 3 Ferme 1,02 ha
Travail du sol	offset 2 passages à sec	offset 2 passages à sec	offset 1 passage à sec	offset 2 passages à sec	Pré-irrigation labour C.A + offset	offset 2 passages à sec	offset 2 passages à sec
Semis	PEPINIERE 40 kg sur 150 m <sup>2</sup> , non pré-germé, variété « TN » le 02/03 REPIQUAGE 40 jas stade 4/5 feuilles	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 120 kg le 11/03 (210 kg/ha)	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 12 kg le 20/04 (110 kg/ha)	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 184 kg le 07/03 (180 kg/ha)	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 144 kg le 23/03 (290 kg/ha) RESSEMIS 56 kg 18 jas	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 120 kg le 11/03 (210 kg/ha)	SEMIS DIRECT en pré-germé, variété AIWU 3 sous parcelles 120 kg le 13/03 132 kg le 19/03 120 kg le 24/03 (370 kg/ha)
Désherbage	Propanil sur pépinière  sarclage 55->60 jas	1) 0,7 l Propanil 11 jas sur toute la parcelle (1,7 l/ha) 2) Propanil localisé 20 jas pas de sarclage	0,8 l Propanil 26 jas sur toute la parcelle (7,3 l/ha)	1) 2,5 l Propanil 20 jas sur toute la parcelle (2,5 l/ha) 2) Propanil localisé 67 jas sarclage 50->67 jas	1 l ronstar 18/03 sur toute la parcelle (2 l/ha)  sarclage 60->65 jas	aucun désherbage  aucun sarclage	1) 2 l Propanil 20 jas sur toute la parcelle (2 l/ha)  2) Propanil localisé 25 jas pas de sarclage
Fumure	Fond : 50 kg 18-46-0 37 jas (avant mise en eau couverture : 1) 50 kg 18-46-0+ 50 kg urée 62 jas 2) 100 kg urée 84 jas  N Total : 207 U N 1 : 76 U N 2 : 110 U	Fond : rien couverture : 1) 50 kg 18-46-0+ 50 kg urée 40 jas 2) 35 kg urée 60 jas  N Total : 77 U N 1 : 58 U N 2 : 29 U	Fond : rien couverture : 1) 25 kg urée 31 jas 2) 25 kg urée 50 jas  N Total : 210 U N 1 : 105 U N 2 : 105 U	Fond : rien couverture : 1) 150 kg 18-46-0 40 jas 2) 175 kg urée 60 jas  N Total : 107 U N 1 : 27 U N 2 : 80 U	Fond : rien couverture : 1) 150 kg urée 48 jas 2) 25 kg urée 50 jas  N Total : 138 U	Fond : rien couverture : 1) 100kg 18-46- 0+ 50 kg urée 75 jas 2) 100 kg urée 106 jas  N Total : 87 U N 1 : 41 U N 2 : 46 U	Fond : rien couverture : 150 kg 18-46-0+ urée 52 jas  N Total : 121 U
Irrigation	R.A.S. arrêt 115 jas	R.A.S. assec 100 jas	Pb tour d'eau arrêt 102 jas	3 sous parcelles arrêt 97 jas	R.A.S. arrêt 110 jas	Pb mise en eau arrêt 115 jas	3 sous parcelles assec 90 jas
Récolte	manuelle 135 jas	manuelle 116 jas	manuelle 120 jas	mécanisée le 128 jas	manuelle 132 jas	mécanisée le 135 jas	mécanisée le 123 jas

jas : jours après semis

□ □ □



# Les systèmes de culture maraîchers dans la vallée du fleuve Sénégal Pratiques paysannes - Évolution

□ □ □

J. Pagès

Agronome, CIRAD-CA, ISRA/CDH, Cambéréne, Sénégal

## LA SITUATION DES CULTURES MARAÎCHÈRES AU SÉNÉGAL.

La pratique des cultures maraîchères au Sénégal constitue une activité très ancienne, les premiers jardins potagers ayant été créés dans la presqu'île du Cap Vert dès le début du XIX<sup>e</sup> siècle (MDR 1989, De Bon et Pagès, 1993).

A l'origine orientée essentiellement vers la satisfaction des besoins de la capitale, la principale zone de production est la région des *niayes* (ENDA, 1985), le long de l'océan, qui bénéficie de conditions pédo-climatiques très favorables.

Par la suite, des ceintures maraîchères se sont développées à proximité des principales villes, mais c'est surtout l'aménagement de la vallée du fleuve Sénégal et la création de grands casiers irrigués qui ont permis leur essor dans la partie nord du pays.

La surface annuelle couverte par ces spéculations peut être estimée à plus de 10.000 ha, avec une intensité culturale, variable selon les zones de cultures, pouvant atteindre 2 cycles par an. La production nationale globale peut être évaluée à 150.000 tonnes, parmi lesquelles, la pomme de terre, la tomate, le chou et l'oignon représentent plus des 3/4 (Seck, 1989).

Malgré les progrès importants accomplis grâce à l'élévation du niveau de technicité des paysans en relation avec les efforts conjugués de la recherche (ISRA/CDH, 1987, CDH, 1986), de l'encadrement et des sociétés du secteur public ou privé, la balance commerciale du secteur horticole demeure déficitaire, et de nombreuses contraintes doivent encore être levées.

## LES CULTURES MARAÎCHÈRES DANS LA VALLÉE DU SÉNÉGAL

Il convient de distinguer trois zones très différentes par les systèmes de cultures pratiqués, du fait du contexte pédo-climatique et économique.

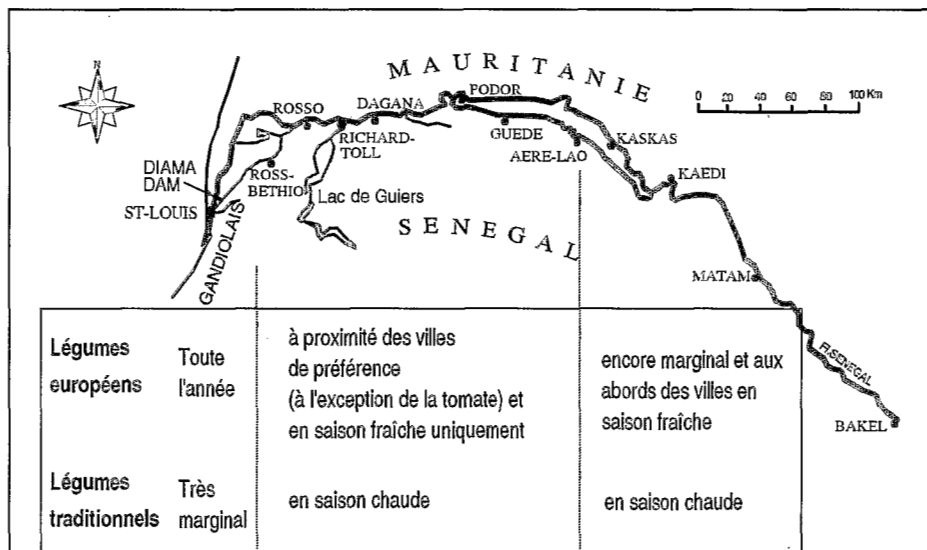


Figure 1 : les spéculations maraîchères le long de la vallée

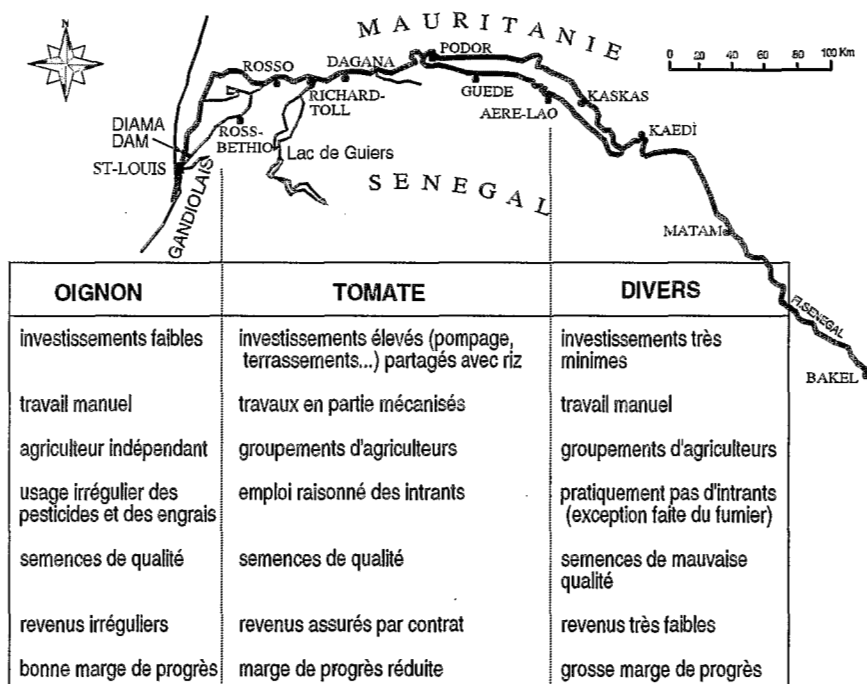


Figure 2 : caractéristiques des principaux systèmes maraîchers

## L'embouchure.

Il s'agit de la zone littorale, dénommée Gandiolais, située en aval de Saint-Louis, et qui correspond à l'arrondissement de Rao (BDPA, 1983). Elle est caractérisée par un climat de type sub-canarien, avec des amplitudes thermiques très atténuées par la proximité immédiate de l'océan.

Les sols sont de texture sableuse, avec des taux de sable pouvant atteindre 100 % dans le cas des dunes vives. La capacité d'échange cationique de ce type de substrat est très faible, de même que la réserve en eau. Les ressources en eau d'irrigation sont limitées en quantité, et la qualité de cette eau est souvent médiocre, avec des conductivités variant de 1 à plus de 10 mS/cm.

L'irrigation est réalisée par puisage dans des puits peu profonds permettant l'accès à une nappe de faible puissance, soumise aux fluctuations du niveau du fleuve Sénégal (De Bon *et al.*, 1991).

On peut considérer qu'il s'agit là d'un écosystème à l'équilibre très fragile.

Les cultures maraîchères ont été introduites dans cette zone pour répondre à la demande du marché de frais de Saint-Louis, et les spéculations ont été très diversifiées à l'origine : tomate, oignon, chou, carotte, navet, pomme de terre, salade, piment, *gombo*... (IRA, 1959). Les conditions climatiques très favorables permettent deux campagnes par an, au cours desquelles pratiquement toutes les cultures peuvent être conduites.

Les exploitations situées dans les dépressions interdunaires, parfois même à flanc de dune, sont de petite taille, de l'ordre de 1.000 m<sup>2</sup> par exploitant (BDPA, 1983).

Par la suite, diverses contraintes tant sur le plan technique (pression parasitaire, incidence de l'élévation du taux de salinité des eaux d'irrigation, stress thermique,..) qu'organisationnel (relatif enclavement des parcelles de production supposant des délais entre récoltes parfois longs, disponibilité en intrants aléatoire,..) ou économique (concurrence avec les productions de la ceinture verte de Saint-Louis, ou avec les produits importés), ont conduit les paysans à sélectionner certaines plantes.

C'est ainsi que la culture de l'oignon a progressivement supplanté les autres spéculations, et le Gandiolais assurait jusqu'en 1990 plus de 60 % de la production nationale. Les autres cultures présentes sont la carotte, le navet le chou et la patate douce, qui entrent en rotation avec l'oignon dans les systèmes de culture mis en place (De Bon et Pagès, 1993, De Bon *et al.*, 1991).

Les rendements obtenus varient d'une année à l'autre essentiellement en relation avec des difficultés d'ordre phytosanitaire (Pagès et De Bon, 1992), mais les niveaux atteints témoignent du bon niveau technique des agriculteurs (CDH, 1981).

Les producteurs, du fait du relatif enclavement de la zone de production, ont difficilement accès aux magasins commercialisant les intrants. Ils s'approvisionnent auprès des revendeurs itinérants, les *bana-banas*, qui bien souvent leur consentent un crédit pour ces achats. Dans cette situation, les producteurs sont sous la dépendance étroite de ce réseau informel, qui possède le contrôle de la nature et des quantités d'intrants utilisés pour la culture, et de façon indirecte, décide de l'époque de récolte et des prix de vente de la production. Ces décisions sont en effet liées au remboursement de l'avance sur la campagne accordée par les *bana-banas*, qui sont également très souvent les acheteurs de la production.

Si, en outre, on prend en considération l'absence quasi-totale d'organisation de cette production au niveau des agriculteurs, il apparaît que l'introduction des innovations dans ce système est actuellement très difficile.

De nombreuses actions sont conduites par la recherche (Pagès, 1992) et de l'encadrement (Dumouchel, 1992) pour réduire ces diverses contraintes, cependant la dégradation des conditions d'environnement en relation avec l'intensification de la culture et surtout avec les modifications dans les régimes hydriques conséquences de l'aménagement du fleuve, rendent le devenir agricole de ce secteur très incertain.

### Le delta et la région de Podor

Hors de l'influence de l'océan, cette zone présente des caractéristiques climatiques de type continental sahélien avec de grandes amplitudes thermiques et des phénomènes évaporatifs intenses, notamment à la saison de l'harmattan.

Les cultures sont pour la plupart réalisées dans le lit majeur du fleuve ou à proximité immédiate, sur des sols à composante principale argileuse. (Jamin et Caneill, 1987). La CEC. est importante, et les cultures peuvent supporter des périodes relativement prolongées sans irrigation, sans trop de dommages.

Ce secteur a connu un développement récent des cultures maraîchères, corollaire de la réalisation des grands périmètres rizicoles de la vallée. Avant ces aménagements les principales spéculations étaient conduites en bordure du fleuve, à l'époque de la décrue. Les associations avec le maïs étaient fréquentes, et les légumes traditionnels (courge, tomate cerise, patate douce, *niébé*) constituaient un complément à une ration alimentaire à base de mil et de sorgho (Autissier, 1988). Les superficies cultivables étaient réduites et limitées aux zones inondables.

Le contrôle du débit du fleuve, par la mise en route du barrage de Manantali, celui de la qualité de l'eau, par la réalisation de la digue anti-sel de Maka-Diama, ainsi que l'accès à l'irrigation permis par les aménagements hydro-agricoles - stations d'exhaure et réalisation des périmètres - ont profondément modifié ces systèmes de culture.

Les cultures maraîchères situées le long du fleuve sont désormais étroitement liées à la culture principale, le riz. Elles occupent les mêmes parcelles ; elles partagent les mêmes réseaux d'irrigation ; elles le suivent dans le calendrier cultural ; elles bénéficient très souvent des mêmes engrais et des mêmes pesticides, et impliquent en général les mêmes organisations paysannes.

Pour répondre à ce nouveau contexte, les agriculteurs ont sélectionné un certain nombre de spéculations, parmi lesquelles la tomate occupe une place prépondérante, l'écoulement de la production étant assuré sur le marché des produits transformés.

En fonction des niveaux de rendement ainsi que de la demande des consommateurs nationaux, les surfaces mises en culture varient entre 1.000 et 2.500 ha par an. Les cultivateurs bien encadrés et organisés ont un bon niveau technique, ce qui est mis en évidence par les progrès enregistrés dans ce secteur de la production horticole depuis une quinzaine d'années (CDH, juin 1980, Pagès, nov. 1991).

Des difficultés demeurent cependant, avec l'évolution du contexte sanitaire et les pressions qu'un marché intérieur trop restreint font subir à cette culture. Les agriculteurs cherchent actuellement à diversifier leur production et de plus en plus, à spécialiser les parcelles, les terrains les plus lourds étant dévolus au riz, et les sols plus éloignés du lit du fleuve devant recevoir les cultures maraîchères.

En marge de ces grands périmètres, les villes principales de Saint-Louis, Richard-Toll, Dagana, Podor ont vu se développer de petits jardins destinés à couvrir leurs besoins en produits frais. Cette activité est bien souvent réservée aux femmes, qui accroissent ainsi les revenus des ménages, tout en contribuant à l'amélioration de la ration alimentaire. Les spéculations sont alors très diversifiées, chou, carotte, navet, épinard, tomate, aubergine, poivron, *jaaxatu*, *gombo*, courge, pastèque, menthe..., et le calendrier cultural s'étend tout au long de l'année.

Les rendements sont en général faibles, en relation avec des conditions de culture difficiles, une utilisation des intrants très limitée, des variétés bien souvent mal adaptées aux conditions du milieu, et une protection phytosanitaire inexistante.

Dans ce contexte, la marge de progrès est très importante sur le plan technique, mais elle est souvent entravée par les possibilités d'absorption des marchés locaux (Van Bergen et Warner, 1989).

Il faut également signaler le cas des périmètres maraîchers en bordure du lac de Guiers. Ils diffèrent de ceux situés le long du fleuve par l'absence du riz dans la succession culturale avec la tomate. Le sol est de texture plutôt sableuse, bien que l'irrigation par gravité puisse y être réalisée.

Les producteurs sont encadrés par la SAED et les industriels, pour la culture principale de la tomate. De plus en plus, certains d'entre eux cherchent à réaliser une seconde campagne de melons et surtout de pastèques, pendant la saison chaude. Les principales difficultés qu'ils rencontrent sont de nature pathologique (oïdium, acariose et nématodes sur la tomate, cercosporiose et virose sur les cucurbitacées) ; ils doivent aussi faire face à des difficultés d'écoulement de la production pendant l'hivernage.

### La moyenne vallée en aval de Matam

Dans ce secteur, l'action d'entraînement animée par les industries de transformation de la tomate ne se fait pas sentir. L'éloignement des grands centres de consommation ajouté au caractère périssable des productions maraîchères sont des facteurs défavorables au développement de ce type de spéculation. Cependant des actions sont actuellement menées par les pouvoirs publics, soutenus par les bailleurs de fonds internationaux, pour promouvoir l'horticulture, particulièrement dans la périphérie de Matam et celle de Bakel.

Les parcelles sont en général de petite dimension, majoritairement exploitées par des femmes, et la diversification des espèces est là aussi la règle (AFVP, 1984, Calvi *et al.*, 1986).

Les systèmes mis en place sont indépendants des casiers rizicoles, et la volonté de produire tout au long de l'année est affichée.

De nombreux problèmes techniques subsistent en relation avec des conditions d'environnement particulièrement contraignantes ; l'écoulement de la production constituera également une difficulté qui ne pourra être levée que par la réalisation d'un réseau de communication performant.

### LES CARACTÉRISTIQUES DES CULTURES MARAÎCHÈRES.

Cet ensemble regroupe un grand nombre d'espèces très diversifiées, à la fois par leurs exigences vis-à-vis des conditions de croissance et de développement mais aussi par les exigences des producteurs en fonction de la destination du produit final.

On distingue généralement en conditions tropicales deux sous-groupes, celui des légumes de type européen, qui seront cultivés pour la plupart en contre-saison, et les légumes dits traditionnels mieux adaptés à la saison des pluies.

Dans le premier groupe, les plantes sont caractérisées par :

- une relative sensibilité aux températures élevées ; ces dernières provoquent l'avortement des fruits, la chute des boutons floraux, la diminution des rendements par une réduction des échanges gazeux, le blocage

de la croissance conduisant à une production de matière végétale restreinte ;

- une grande sensibilité aux pathogènes locaux, et plus particulièrement aux maladies fongiques qui sont favorisées par les conditions de températures et d'humidité de l'hivernage (CDH, 1984) ;
- un potentiel de productivité élevé, dont l'expression n'est possible que par la mise en oeuvre d'un "paquet technologique" évolué ;
- lorsque toutes les conditions nécessaires sont réunies, la production est en général de qualité et les revenus bruts pour les producteurs peuvent être très élevés.

Les principales plantes de ce groupe sont : la tomate, la salade, le chou, la carotte, l'oignon, le navet, la pomme de terre, le melon, le poivron, l'aubergine.

L'environnement favorable à la culture de la majorité de ces plantes comprend (ISRA/CDH, 1987, FAO, 1988) :

- un sol léger, aéré, riche en élément nutritifs ;
- des températures de l'ordre de 18 à 30°C, avec des variations nycthémérales restreintes ;
- des longueurs de jours plutôt courtes ;
- une alimentation régulière en eau de qualité ;
- une protection phytosanitaire correcte ;
- des manipulations limitées.

Dans le second groupe, les plantes ont été rassemblées sous l'effet de la pression de sélection exercée par les conditions du milieu tropical. Nécessitant de l'eau pour assurer leur survie, elles sont en majorité des plantes cultivées en bordure de fleuve, ou en saison des pluies (FAO, 1988).

La variabilité des régimes des précipitations, associée aux variations que les agriculteurs ont introduites dans les itinéraires techniques ont conduit à un ensemble de plantes aux grandes capacités d'adaptation, très plastiques, permettant l'obtention d'une production dans une gamme large de conditions de culture. Les niveaux de rendement sont généralement faibles, avec une réponse modérée aux améliorations des techniques culturales.

La sensibilité aux ravageurs et aux maladies d'origine locale est amoindrie par certaines pratiques culturales : association de cultures, étalement des calendriers culturaux, faible densité de plantation, ... Elles procurent des revenus souvent modestes, mais pendant une grande partie de l'année.

Les conditions de culture sont moins contraignantes, ces plantes étant susceptibles de pousser dans des gammes de sol larges, avec toutefois une préférence pour les sols frais à grande réserve en eau ; les cycles sont en général courts

particulièrement lorsqu'ils se déroulent en saison chaude ; les hautes températures sont assez bien supportées et la résistance à la salinité des eaux est plus élevée dans ce groupe que dans le précédent.

Les plantes appartenant à ce groupe sont : les épinards africains, le *gombo*, le *jaaxatu*, certains piments, le *bisaab*, la courge, la patate douce, le manioc, de nombreuses plantes aromatiques (menthe, basilic,...), certaines variétés d'ail.

## CALENDRIER CULTURAL - PRATIQUES PAYSANNES

Le calendrier de culture, ainsi que le descriptif des systèmes de culture associés sont reportés dans les figures 1 et 2, selon les trois zones identifiées.

Ces trois systèmes permettent, dans le contexte actuel, de dégager des marges de progrès technique très différentes. Leur évolution respective sous l'effet de contraintes diverses ne présente pas les mêmes conséquences sur le plan de l'économie nationale.

L'évolution du secteur de Matam et au-delà en direction de Bakel est actuellement étroitement dépendante des décisions prises par les pouvoirs publics. Ces décisions relèvent plus pour l'instant de préoccupations d'ordre social que de politique agricole nationale. Les spéculations maraîchères en sont à leur début et il est difficile de préjuger de leur devenir.

A l'inverse, les deux autres secteurs, à travers la culture de l'oignon et celle de la tomate, occupent des places importantes dans le contexte agricole sénégalais et toute modification les concernant doit être soigneusement envisagée.

## ÉVOLUTION DE DEUX SYSTÈMES DE CULTURE

Le système de culture à base d'oignon du Gandiolais.

Les contraintes actuelles sont de deux types :

### 1- Contraintes d'organisation :

- la production menée sans concertation entre les agriculteurs n'est pas planifiée ; il existe à certaines périodes de l'année des excédents qui entraînent un effondrement des prix de vente, alors que le Sénégal importe chaque année pour près d'un milliard CFA de bulbes (Pagès, 1992, De bon, 1993) ;
- l'absence de regroupement des producteurs empêche l'accès aux institutions officielles de crédit ; les prêts de campagne sont alors consentis en nature par les revendeurs itinérants, qui ont ainsi une certaine mainmise sur la production. Les intrants qu'ils fournissent aux agriculteurs sont d'origine incertaine et les résultats obtenus, aléatoires.



## 2- Contraintes techniques :

- l'intensification culturale aboutit à la dégradation du sol des parcelles, et notamment à une baisse de leur fertilité ; les désordres d'origine pathologique ont des retentissements de plus en plus importants sur les niveaux de production, obligeant dans de nombreux cas à l'abandon des terres ;
- la salinisation croissante des eaux de puits repousse les cultivateurs loin de la berge du fleuve, vers des zones où les nappes sont de meilleure qualité et plus puissantes, mais également plus profondes.

\* La résolution de ces difficultés passe par l'intervention de l'ensemble des acteurs du secteur de la production horticole.

Les contraintes d'organisation ne pourront être levées que dans la mesure où un regroupement des paysans sera effectué. Ce regroupement pourrait être initié par la mise en place d'un marché d'intérêt régional au niveau de la zone de production. Il faudra également créer des voies de desserte locale, des pistes de production, des bâtiments destinés à la conservation des productions afin de différer leur mise en marché. Ces infrastructures, dans la gestion desquelles les agriculteurs auront une place prépondérante, leur ouvriront l'accès au crédit, les affranchissant ainsi de l'influence des vendeurs ambulants.

Ces initiatives supposent l'adoption de décisions au niveau national, et un suivi par les instances publiques locales.

Les ONG qui interviennent nombreuses dans la zone devront également agir dans le sens de la formation et de l'encadrement des producteurs pour les assister dans cette réorganisation.

La recherche sera sollicitée dans la mesure où la planification de la production suppose de disposer de nouveaux outils : variétés d'oignons mieux adaptées permettant l'étalement du calendrier cultural, nouvelles spéculations (De bon, Gérard et Pagès, 1992), nouvelles techniques de culture, adaptation de la protection pour faire face aux nouvelles contraintes pathologiques ou parasitaires que le déplacement du calendrier peut faire surgir... (CDH, Avr. 1980)

Les contraintes techniques sont actuellement plus difficiles à résoudre dans la mesure où certaines trouvent leurs origines dans des modifications du milieu provoquées par des facteurs extérieurs au système de culture considéré. C'est le cas pour le changement du régime des crues, ainsi que pour celui de l'effet des marées. La pression de l'eau salée sur les nappes d'eau douce, dans lesquelles les paysans puisent l'eau nécessaire à l'irrigation des cultures, s'est accrue provoquant une remontée du biseau salé et la pollution des nappes.

Il n'est actuellement pas possible de résoudre cette difficulté, tout au plus peut-on en atténuer les effets en utilisant des plantes et des variétés plus tolérantes au sel.

La baisse de la fertilité du milieu est une conséquence normale de la quasi-monoculture intensive de l'oignon. La pression parasitaire s'accroît, et dans ces sols sans réelle structure, les éléments fertilisants sont rapidement entraînés par lessivage. En outre, la minéralisation de la matière organique est très rapide (De Bon, Faye et Pagès, 1992), sous l'effet combiné du climat et de l'irrigation.

Il est possible d'intervenir en modifiant les rotations culturales, et en introduisant des plantes à système racinaire puissant, susceptibles d'apporter des améliorations sur le plan de la structure du sol.

La résolution des problèmes techniques semble donc passer essentiellement par des changements dans les plantes cultivées.

Il faudra toutefois prendre en compte les contraintes d'origine parasitaire propre au sol de la zone (nématodes, chenilles,...), ce qui réduit la gamme des plantes possibles.

On pourrait alors à l'extrême envisager des systèmes plus sophistiqués, optimisant l'utilisation de l'eau, type irrigation goutte-à-goutte, et n'utilisant plus le substrat en place (cultures hors-sol) (CEA-MDR, 1985). Les investissements correspondant à ce genre d'exploitation supposeraient des transformations radicales de l'agriculture de ce secteur.

Ces modifications dans le système de culture ne seront possibles que dans la mesure où les débouchés existeront pour ces nouvelles productions, ce qui ramène au problème précédent d'organisation des producteurs, et à un niveau plus élevé, de politique nationale.

Le système de culture à base de tomate du delta et de la moyenne vallée.

Les contraintes actuelles sont là également de deux ordres :

#### 1- Contraintes économiques :

- en 1991, 55.000 tonnes de tomates fraîches ont été transformées par les usines de la SOCAS et de la SNTI, assurant ainsi la couverture des besoins nationaux en concentré pendant plus d'une année ; ce volume ne représente pourtant qu'une partie de la production totale de tomates fraîches dans les parcelles dans la mesure où des pertes importantes ont été constatées, par suite tout d'abord de difficultés dans l'acheminement vers les unités de transformation, puis au niveau de ces unités du fait de leur engorgement (Pagès, nov. 1991).

Les charges entraînées par la gestion de ces stocks ont été supportées par les industriels. Les agriculteurs ont été eux-aussi pénalisés, car les surfaces sous contrat ont été réduites dans des proportions importantes l'année suivante, pour permettre l'écoulement des stocks.

Le problème posé est celui des coûts de production.

Au niveau des agriculteurs, les charges principales sont celles de l'irrigation et de la préparation des parcelles (Pagès, nov. 1991). Depuis peu, s'y ajoutent également les frais engendrés par la souscription d'un crédit de campagne auprès de la CNCAS ; auparavant ce crédit était accordé sans intérêt par les industriels.

Au niveau des ces derniers, ce sont les charges propres à tout investissement dont le fonctionnement n'est productif qu'une partie de l'année. En outre, le coût de l'emballage du concentré est également considéré comme élevé.

Dans le contexte du marché captif sénégalais, ces diverses charges sont supportées en bout de chaîne par les consommateurs.

Dans le cas de difficultés d'écoulement, que ce soit du fait d'une production excédentaire (cas de la campagne 1991), ou de la concurrence illégale de concentré d'importation (cas de la commercialisation 1992-1993), la situation est singulièrement modifiée.

Les charges sont alors supportées par les agro-industries, qui tendent à les répercuter sur les producteurs, en ne payant la production qu'une fois le concentré écoulé. Dans ce cas-là, les paysans ne peuvent rembourser dans les délais les crédits de campagne, et la CNCAS réduit l'octroi de nouveaux prêts pour la campagne suivante, pénalisant à nouveau les producteurs.

## 2- Contraintes techniques :

- en 1990-1991, des problèmes de nature phytosanitaire, fusariose race 1 et acariose bronzée de la tomate (Blancard, 1988), sont responsables de façon significative, des pertes constatées dans les parcelles. Malgré cela, les volumes transformés ont été largement excédentaires, ce qui a conduit les producteurs et les industriels à considérer ces difficultés comme marginales ;
- en 1991-1992, l'acariose, puis l'oïdium, sont apparus dans les secteurs du lac de Guiers dès la première récolte, et leur effet sur les rendements a été très important. On peut considérer que plus de 50% de la production potentielle de cette zone a été détruite par ces deux facteurs.

Dans le même temps, la fusariose prenait de l'extension dans le secteur de Guédé-Ngalanka, et les variétés non résistantes, telle ROMA (Pagès, 1994), ont vu elles aussi leur production chuter de façon sensible.

\* La résolution de ces diverses contraintes, de même que pour le secteur du Gandiolais, requiert des actions à plusieurs niveaux.

La production sénégalaise de concentré de tomates n'est actuellement commercialisée que sur le marché national, où elle subit en outre la concurrence des importations frauduleuses, notamment à partir de la Gambie.

Il faudrait pouvoir écouler cette production vers les marchés des pays limitrophes, et dans cette perspective, proposer des produits à des prix compétitifs avec ceux venant de la CEE, de la Turquie, de la Roumanie. Actuellement, le prix d'achat aux agriculteurs européens par les industriels est sensiblement le même que celui pratiqué dans la vallée, soit 30 à 35 FCFA/kg ; mais ces mêmes industriels perçoivent une subvention dans le cas d'une exportation hors CEE du concentré, subvention qui revient à payer la tomate fraîche à moins de 50% de cette valeur. Cela interdit au concentré sénégalais de rivaliser avec ces productions à l'extérieur et même à l'intérieur des frontières nationales.

Il s'agit là d'un problème qui nécessite que des dispositions soient prises au niveau le plus élevé.

Le prix d'achat des tomates fraîches aux producteurs est fixé par convention entre les divers intervenants de la filière. Actuellement, quelles que soient les quantités ou les époques des apports, ce prix est constant.

Des expérimentations nombreuses (CDH, 1986) ont permis de caler le calendrier cultural de la tomate dans la vallée ; elles ont en outre révélé que tout écart par rapport à une date optimale de mise en place avait des conséquences sur le niveau global de rendement. Dans cette situation, les producteurs dans leur ensemble cherchent à installer leurs cultures à la même période, ce qui entraîne de nombreuses difficultés et des pertes au moment des récoltes.

Il s'agit, là aussi, d'un problème de politique nationale, qui suppose une nouvelle organisation de la production de la tomate.

La réduction des coûts de production pour les agriculteurs fait partie des thèmes de recherche de l'opération au niveau du CRA de Saint-Louis. Une meilleure préparation des parcelles ou une utilisation optimisée des intrants est possible, mais peu compatible avec l'association tomate/riz.

Les sols qui conviennent pour la riziculture sont peu propices à une production horticole élevée de qualité. Le mode d'irrigation adopté est un mode peu efficace provoquant des dégâts sur les fruits et favorisant la transmission d'agents pathogènes.

Ces considérations militent en faveur d'une spécialisation des parcelles, ce que certains agriculteurs ont déjà entrepris, en déplaçant la sole maraîchère vers des zones de *foonde*, voire de *jeeri*.

Une nouvelle problématique apparaît alors, avec une gestion de la culture très différente. On peut ainsi évoquer l'étalement de la production le long de la vallée, - ce qui permettrait aussi de faire fonctionner les usines sur une période plus grande -, éventuellement une mécanisation plus poussée faisant intervenir des variétés à fort potentiel, valorisant les investissements nécessaires à l'aménagement de ces nouveaux terroirs.

Les difficultés techniques ne peuvent être levées que par l'adoption de nouvelles variétés. Or la combinaison des différentes contraintes, pathologiques et parasitaires, interdit désormais d'avoir recours aux variétés-populations<sup>1</sup>, qui sont les moins coûteuses et que les agriculteurs de la vallée ont l'habitude d'utiliser. Il faut donc envisager l'emploi d'hybrides, avec l'augmentation des coûts de production qui va en découler. Cette modification va entraîner d'autres, le potentiel élevé de ces nouvelles variétés ne pouvant s'exprimer que dans un contexte cultural plus évolué. Là encore, cette démarche conduit à la transformation du système de culture pratiqué, avec la différenciation nette des soles.

## LES INITIATIVES EN COURS.

Les différentes évolutions qui ont été évoquées précédemment sont pour certaines d'entre elles déjà engagées, à l'initiative de divers intervenants du secteur de la production horticole.

### Le cas de la Compagnie Sucrière Sénégalaise. (CSS)

Depuis 1989, la CSS a décidé de lancer un programme de diversification des cultures et plusieurs spéculations maraîchères ont été tentées. Les résultats en terme de production sont irréguliers, mais ils ont permis de tester de nouveaux systèmes de culture.

Les irrigations ont été réalisées à l'aide de pivomatics, des cultures d'oignons ont été installées par semis direct, des souleveuses à pomme de terre ont été introduites.

Cette initiative se poursuit, dégagant de nouvelles opportunités pour les agriculteurs de la zone. De nouveaux réseaux de commercialisation des productions maraîchères sont en cours de création pour le piment et l'asperge.

Cet exemple peut servir d'entraînement pour les producteurs de tomate en bordure du lac de Guiers, à la recherche de nouvelles spéculations et de nouveaux débouchés.

---

1 variétés commerciales obtenues par sélection massale

### Le cas de la Société de Conserverie Alimentaire du Sénégal.

Cette société, la SOCAS, cherche également depuis quelques années à utiliser son unité de transformation de Savoigne pour traiter de nouveaux produits.

C'est ainsi qu'en 1992, elle a acheté des calices de *bisaab* pour la production de jus. Elle a également produit sur sa propre exploitation des semences d'oignon, de la variété Violet de Galmi.

En collaboration avec la SAED, un projet de déshydratation des oignons pour une commercialisation sur le marché international est à l'étude. Des variétés d'oignons blancs à forte teneur en matière sèche seront testées par le CRA de Saint-Louis dès la campagne 1993/94. Si ce projet aboutissait, de nouvelles superficies en oignon pourraient être mises en culture dans le delta et la moyenne vallée.

### Le cas des ONG et de divers groupements de producteurs.

Les ONG et les producteurs ont lancé depuis de nombreuses initiatives visant à diversifier les productions, mais également à organiser la production.

Dans le secteur de Rao, après de nombreuses interventions visant à assurer la formation des producteurs sur le plan des techniques culturales, une ONG Canadienne, le Centre d'Études et de Coopération Internationale, a initié une action pour inciter les producteurs au regroupement.

Elle a ainsi apporté son appui à la commercialisation, par la constitution de "banques", dont le but est de permettre un étalement de la mise sur le marché. Les producteurs sont appelés à intervenir dans le fonctionnement de ces structures, par la constitution de fonds de roulement, et surtout par l'accès possible au crédit dispensé par la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal, dans un système de caution solidaire des adhérents.

Dans la région de Podor, après les difficultés inhérentes à la campagne excédentaire de tomates de 1991, les producteurs ont décidé de rechercher de nouvelles spéculations. En grande majorité, ils se sont tournés vers la culture de l'oignon rouge (De Bon *et al.* 1993). Compte tenu de la longueur du cycle de cette plante, et des contraintes d'ordre climatique, ils produisent tous au même moment sur des superficies en accroissement rapide : moins de 100 ha en 1992, entre 400 et 750 (?) en 1993.

Devant les difficultés d'écoulement de la production, ils ont instauré avec l'appui des instances publiques locales, un système de maintien des prix dont le but est d'octroyer un revenu minimum aux cultivateurs. En période de pleine production, la mise sur le marché est contrôlée, le surplus étant stocké dans des abris de conservation.

Cette initiative bénéficie d'un contexte particulièrement favorable. Les producteurs, qui sont également des riziculteurs, ont déjà l'habitude de travailler

en groupements. D'autre part la région de Podor ne subit pas une concurrence aussi forte que le Gandiolais en ce qui concerne les oignons importés, car ces derniers ne parviennent que difficilement sur place. Par contre, la production de Podor, trop importante désormais pour être absorbée sur le marché local, est acheminée en direction des marchés de Touba, Kaolack, voire Dakar, où elle entre alors en concurrence directe avec les autres zones de productions, dont le Gandiolais. (CECI, communication personnelle).

Sur le plan de la diversification, certaines ONG ont engagé des actions visant à relancer des cultures traditionnelles : menthe, ail, gingembre,... Ce mouvement est susceptible d'alimenter quelques marchés, limités en volume.

Une autre tendance se développe, visant à exploiter les conditions climatiques favorables de la moyenne vallée pour la production de sèances maraichères ou florales (Pagès, Oct. 1991). Il s'agit là de spéculations à très forte valeur ajoutée qui demande une main d'oeuvre qualifiée et abondante. Certains industriels seraient disposés à assurer l'encadrement des producteurs sur le terrain, et à relayer ensuite la production vers des firmes semencières internationales.

Toutes ces actions montrent que dans le domaine des cultures maraichères, l'évolution du secteur nord du Sénégal est engagée. La diversification des systèmes de culture a débuté, sous l'effet de pressions pour la plupart économiques. L'analyse des contraintes des différents secteurs de production met en évidence la nécessité d'une organisation concertée des producteurs pour réussir cette transformation.

Cette organisation sera sûrement plus facile dans la Vallée dans la mesure où le système rizicole a déjà entraîné des regroupements pour des interventions communautaires. Dans la zone de l'embouchure, une tentative est en cours, sous l'influence d'une ONG. Toutefois, les conditions d'environnement se dégradent rapidement, et il est probable que le système actuel doive subir de profondes modifications, sous peine de disparaître.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

□ AFVP 1984. "La filière des produits maraichers dans la région de Matam. *Les carnets du Volontaire*. 15 p.

□ Autissier, V. Nov. 1988. "Etude des cultures maraichères en Afrique Centrale et Occidentale". *document GRET*. 175 p.

□ BDPA Mar. 1983. "Développement des cultures maraichères dans la région de Niayes, littoral Nord. Diagnostic. " 187 p.

□ Blancard, D. 1988. "Maladies de la tomate. " *Publication INRA*. 212 p.

- Calvi, C., Morin, E., Sall, A. et Thiam, S. 1986. "Enquête maraîchère sur le département de Matam. " *Document AFVP*. 34 p.
- CEA-MDR Niger (ouvrage collectif) 1985. "Fiches de cultures maraîchères irriguées en milieu aride. Conduites des cultures sous serre climatisée. " *Document CEA-MDR*. 96 p. + annexes.
- CDH Avr. 1980. "Etude pour une planification des cultures maraîchères au Sénégal". *Document ISRA*. 38 p.
- CDH Juin 1980. "Suivi de la campagne de tomate industrielle dans les périmètres de Dagana et Nianga" *document ISRA*. 30 p.
- CDH Juin 1981. "Le point sur les connaissances et les possibilités actuelles des cultures d'oignon et de pomme de terre au Sénégal. " *Document ISRA*. 90 p.
- CDH. Août 1984. "Maladie des cultures maraîchères au Sénégal et sensibilité variétale. " 72 p. + annexes.
- CDH 1986. "Les cultures maraîchères au Sénégal. Bilan des activités du Centre pour le Développement de l'Horticulture de 1972 à 1985. " *Document ISRA/CDH et PNUD/FAO, BP 3120, Dakar, Sénégal*. 265 p.
- De Bon, H. 1993 "Commercialisation, culture et multiplication de l'oignon en Afrique soudano-sahélienne. " *Document FAO* 05. 93. 88 p.
- De Bon, H., Ba, M. L. et Pagès J. Mars 1993. "La culture de l'oignon dans la moyenne vallée du Fleuve Sénégal. " *Bulletin de liaison FAO* n°5 : 41-44.
- De Bon, H., Faye, F. et Pagès, J. 1991. "La production d'oignons dans le Gandiolais, Sénégal. " *Onion Newsletter for the tropics* n°3 : 5-7.
- De Bon, H., Faye, F. et Pagès, J. Mai 1992. "Gestion de la matière organique dans les systèmes de culture maraîchers." *Document ISRA*. 17 p. + annexes.
- De Bon, H., Gérard, M. et Pagès, J. Juil. 1992. "La culture de l'ail au Sénégal. " *Bulletin de liaison FAO* n°4 : 62-68.
- De Bon, H. et Pagès, J. 1993. "Onion varieties in vegetable cropping system in Senegal". *Poster présenté au congrès "Allium for the Tropics" Bangkok* 14/19. 02. 93. 12 p.
- Dumouchel, S. 1992. "Projet d'Appui aux producteurs et productrices d'oignons du littoral nord, Sénégal ; situation au 30. 06. 1992". *Document C. E. C. I. BP 312 Saint-Louis, Sénégal* 40 p + annexes
- ENDA M. Coopération. 1985. "Les enjeux de l'après-barrage. Vallée du Sénégal" (*ouvrage collectif sous la direction de Engelhard P. et Ben Abdallah T.*) : 449-475.
- F.A.O. 1988. "Production de légumes dans les conditions arides et semi-arides d'Afrique tropicale." *Document FAO* n°89. 456 p.
- Inspection Régionale de l'Agriculture Saint-Louis. 1959. "*Rapport d'activité annuel*". 25 p.
- ISRA/CDH 1987. "Le guide pratique du maraîchage au Sénégal. " 43 p.
- Jamin, J. Y. et Caneill, J. 1987. "Diagnostic sur les systèmes de culture pratiqués par les paysans de la vallée du fleuve Sénégal dans le cadre de la SAED. Synthèse d'une opération de recherche. " *document ISRA*. 169 p. + annexes.
- MDR Jan. 1989. "Contraintes et stratégies du développement de l'Horticulture au Sénégal". *Ministère de l'Agriculture Sénégal*. 53 p.
- Pagès, J. Oct. 1991. "Characteristics of some areas of the Senegal Valley, in a goal of seed production." *Document ISRA*. 7 p. + annexes
- Pagès, J. Nov. 1991. "Evolution de la production de tomate industrielle dans la vallée du Sénégal. Le point de vue de la recherche. " *Document interne ISRA*. 8 p.



□ Pagès, J. Avr. 1992. "La culture de l'oignon dans la vallée du fleuve Sénégal ; problématiques de recherche ; actions à mener." *Document interne ISRA*. 20 p.

□ Pagès, J. 1994. "Tomato varieties for processing in Senegal Valley." *projet de publication pour TYLC Newsletter*. 2p.

□ Pagès, J. et De Bon, H. 1992. "Yield structure of onion crop in Senegal as influenced by pink root disease." *Projet de publication*. 12 p.

□ Seck, P. A. Oct. 1989. "L'approvisionnement de Dakar et la filière des légumes frais au Sénégal". *Thèse INRA Dijon*. 301 p.

□ Van Bergen, A. et Warner, R. Avr. 1989. "Les possibilités d'écoulement des légumes provenant des jardins de femmes de l'île-à-Morphil." *Document de projet Kaskas*.

□ □ □



# L'enherbement des rizières irriguées de la moyenne vallée du fleuve Sénégal : situation actuelle et perspectives de recherche

□ □ □

M. Diagne

Malherbologue, ISRA, BP 240 Saint-Louis, Sénégal

La riziculture irriguée telle qu'elle est pratiquée dans la vallée du fleuve Sénégal, est coûteuse. Un passage à la double culture et une augmentation des rendements s'imposent afin de rentabiliser et d'assurer la durabilité des périmètres irrigués déjà existants, mais aussi afin d'accélérer l'aménagement de nouvelles unités hydro-agricoles. Cependant, cette intensification se heurte à un problème crucial d'enherbement dont le contrôle est un élément fondamental pour la valorisation des facteurs de production (eau et fertilisants notamment).

Des suivis agronomiques effectués dans la vallée du fleuve Sénégal montrent que les adventices peuvent entraîner des chutes de rendement de plus de 50% par rapport aux zones non infestées (Diop, 1980 ; Ndiaye, 1988 ; Diagne, 1991). Les adventices représentent aussi une contrainte en récolte mécanisée, tant pour le rendement des moissonneuses-batteuses, que pour la qualité du grain produit.

A l'heure actuelle, la maîtrise de l'enherbement demeure une des préoccupations majeures des paysans et des décideurs. Cet objectif couvre deux domaines complémentaires :

- l'amélioration des pratiques paysannes de désherbage à partir du référentiel existant, qui suppose un diagnostic préalable de la situation ;
- l'élargissement du référentiel existant par la mise au point et le transfert d'innovations.

Cet article présente la situation actuelle du désherbage du riz irrigué dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal et propose des axes de travail permettant d'enrichir notre diagnostic et le référentiel technique disponible.

## SITUATION ACTUELLE

### La flore adventice

Suite aux travaux de Chateau (1957), Guilloux (1973), Hernandez (1978), Diop (1980) et Davies (1983), nous avons poursuivi l'inventaire des adventices des rizières irriguées de la vallée du fleuve Sénégal en général, et à Nianga en particulier. Ces inventaires, même s'ils ne sont pas complets, ont permis d'identifier les espèces les plus fréquentes et les plus nuisibles dans cette zone.

Le nombre total d'espèces enregistrées sur l'ensemble des relevés phyto-sociologiques s'élève à 90, réparties en 27 familles comme le montre l'annexe 1. Les *Poaceae* et les *Cyperaceae* représentent les familles les plus importantes et renferment à elles seules 45% des adventices inventoriées avec respectivement 29% et 16%. Viennent ensuite les *Fabaceae*, les *Convolvulaceae* et les *Euphorbiaceae*.

Les différentes espèces rencontrées peuvent être divisées en 3 groupes selon leurs fréquences (voir annexe 2) :

- Le groupe 1 est composé d'adventices qui sont présentes dans plus de 50% des parcelles étudiées. Elles représentent plus de 15% des espèces inventoriées et parmi elles on note : *Echinochloa colona*, *Cyperus difformis*, *Cyperus iria* et *Ludwigia erecta* qui constituent aussi les espèces plus abondantes (Diagne, 1993). *Echinochloa colona* est présente dans plus de 98% des parcelles et ressemble morphologiquement au riz avant la floraison. Grâce à sa croissance vigoureuse, elle colonise les parties hautes des rizières où la submersion est moins longue. C'est une espèce annuelle qui a une levée précoce et un cycle plus court que celui du riz. *Cyperus difformis* est une espèce annuelle capable de fleurir toute l'année. Elle se développe le plus souvent dans les sols argileux humides et fertiles. Ces deux espèces constituent à l'heure actuelle de véritables fléaux à cause soit de leur grand pouvoir multiplicateur et de leur croissance rapide.
- Le groupe 2 renferme à peu près 13% des adventices inventoriées. Ces mauvaises herbes sont présentes dans 25% à 50% des parcelles et sont dites fréquentes. La plupart du temps, les individus sont disposés en petits groupes ou en touffes. C'est le cas de *Ischaemum rugosum*, *Oryza barthii* et *Echinochloa crus gallii*. Ces trois espèces méritent une surveillance toute particulière pour leur non prolifération, à cause de leur morphologie identique à celle de *Oryza sativa* et de leur pouvoir multiplicateur.
- Le groupe 3 est constitué de la grande majorité des espèces inventoriées. Ces espèces sont dites peu fréquentes car elles ne sont présentes que dans moins de 25% des parcelles de la moyenne vallée. Certaines d'entre elles peuvent être très abondantes par endroit et se présenter en

touffes. C'est le cas de *Scirpus maritimus* dans les poches de salinité et de *Eriochloa nubica*. *Scirpus maritimus* est une espèce pérenne à rhizomes et possède une vigueur telle qu'elle dépasse le riz en quelques semaines. De plus, elle fleurit toute l'année et supporte la salure. C'est la raison pour laquelle elle constitue un véritable fléau dans le delta du fleuve Sénégal.

On constate aussi qu'il existe d'une part, une grande variabilité de la flore adventice selon le type d'aménagement et la nature de parcelles d'un même aménagement, et d'autre part, une dynamique très variable des espèces par rapport au riz et d'une campagne à une autre.

### La lutte contre les mauvaises herbes

Le suivi des pratiques paysannes de désherbage mené durant l'hivernage 1992 dans la moyenne vallée, nous donne un aperçu de l'efficacité des méthodes de contrôle des adventices utilisées dans cette zone. Par ailleurs, des entretiens spécifiques ont été effectués pour mieux comprendre les raisons qui sous-tendent les interventions des paysans ainsi que les contraintes auxquelles ils ont à faire face.

Force est de constater que si le contrôle des mauvaises herbes peut s'effectuer de différentes façons, aujourd'hui, seuls les désherbages manuels et chimiques sont utilisés. Une revue des méthodes de lutte nous permettra de mieux comprendre les raisons de ces choix.

#### Le travail du sol

Le labour n'est plus cité que pour mémoire par les paysans qui utilisent un travail superficiel à l'offset ou à la charrue. Ce travail superficiel est sans influence sur le riz à rhizomes qui est ciblé ici. Le labour a été abandonné à cause de son coût prohibitif et des études ont montré que les augmentations de rendement ne justifient pas les coûts pour effectuer ce travail chaque année (FAO, 1977 cité par Godderis, 1990).

#### La conduite de l'irrigation

Cette méthode demande un planage parfait et favorise souvent des excès d'eau dommageables aux plantules de riz. En effet, si le riz supporte mieux la submersion que les autres plantes, il ne résiste pas à une forte lame d'eau pendant plus de 3 jours, à moins d'appartenir au groupe des flottants. Or, il faut que la lame d'eau atteigne 10 à 15 cm pour que le développement des adventices telles que *Echinochloa colona* et *Ischaemum rugosum* soit stoppé.

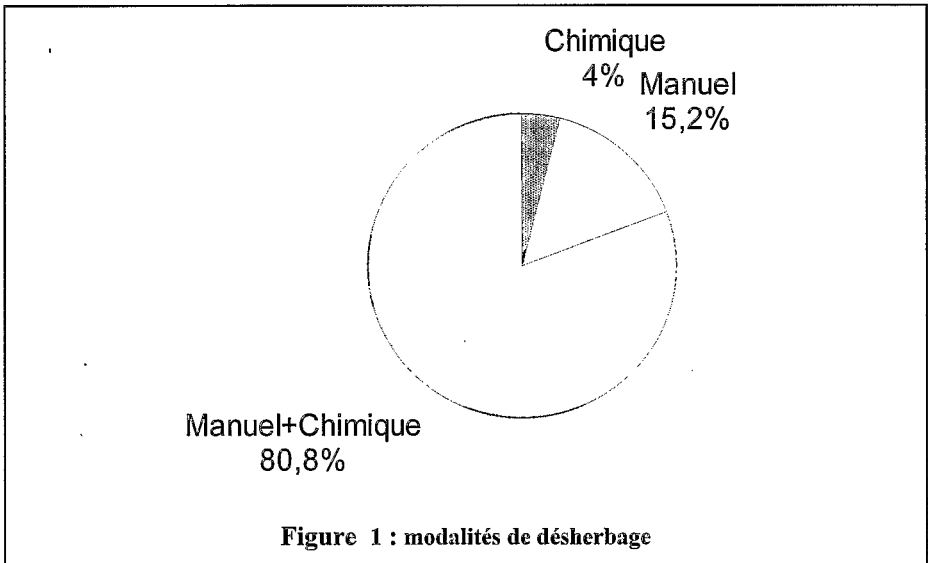
#### Le désherbage mécanique

Vulgarisé par l'ADRAO et l'ISRA, le désherbage mécanique entre les lignes avec une sarleuse rotative japonaise à moteur de 2 cv était utilisé dans la moyenne vallée (Godderis, 1990). Selon Godderis, cette technique de désher-

bage était peu efficace contre les adventices pérennes. La houe rotative a aussi été utilisée, mais cette technique nécessitait deux passages suivis d'un désherbage manuel entre les lignes pour être efficace (Davies, 1983).

### Le désherbage manuel

Il est plus utilisé dans la moyenne vallée que dans le delta. En effet, dans la moyenne vallée, les surfaces sont plus réduites, et le repiquage est plus souvent pratiqué dans les petits périmètres : les riziculteurs disposent en moyenne de moins d'un hectare par famille, et ils arrivent donc à sarcler à temps leurs parcelles. On constate ainsi que 96% des parcelles sont désherbées manuellement avec ou sans herbicide (Cf. figure 1). Cependant, le désherbage manuel est peu efficace contre *Oryza barthii* car il est nécessaire d'attendre le moment où les différentes espèces de riz sont identifiables. Par ailleurs, ce désherbage manuel est très pénible et, dans les grands périmètres où le riz est semé à la volée et où chaque famille dispose en moyenne de 3 à 4 hectares, il nécessite en moyenne 20 à 40 homme-jours par hectare et se prolonge trop longtemps pour être efficace (FAO, 1977 cité par Godderis, 1990).



On constate aussi que le désherbage manuel est souvent utilisé en complément du désherbage chimique tardif effectué 40 à 60 jours après semis (Diagne, 1993). C'est ainsi que dans plus de 80% des cas, il est associé au désherbage chimique.

### Le désherbage chimique

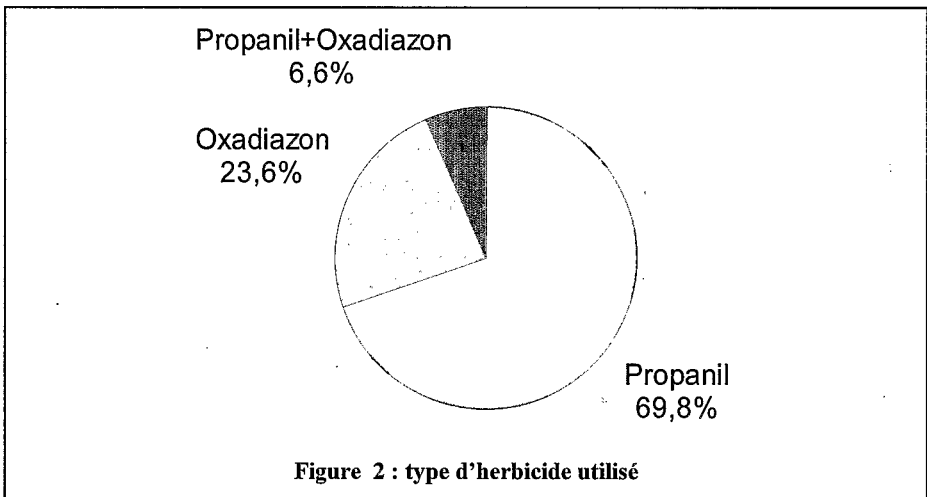
Depuis l'introduction de la riziculture dans la vallée sous l'égide de la SDRS, vers les années 40, puis de l'Organisation Autonome du Delta (OAD.) en

1960, et de la SAED à partir de 1965, seuls les moyens mécaniques ont permis de maintenir les mauvaises herbes hors des zones de culture. Très souvent, le paysan arrachait, sarclait les plantes indésirables. Aujourd'hui, si ces moyens restent encore employés, la pénibilité du travail, le manque de main d'oeuvre disponible ainsi que le coût de celle-ci, ont fait que la lutte chimique s'est fortement développée et diversifiée au cours des dernières décennies. Par ailleurs, avec la complète maîtrise de l'eau et le passage à la riziculture intensive, le désherbage chimique est devenu une composante incontournable des itinéraires techniques des riziculteurs de la vallée. C'est ainsi qu'il est utilisé pour lutter contre les adventices dans plus de 84% des rizières irriguées, en aval de Nianga (Diagne, 1993).

Les pratiques paysannes de désherbage chimique ont été analysées selon la nature du produit utilisé, la dose, le taux de dilution et les modes d'application.

#### *Nature des herbicides*

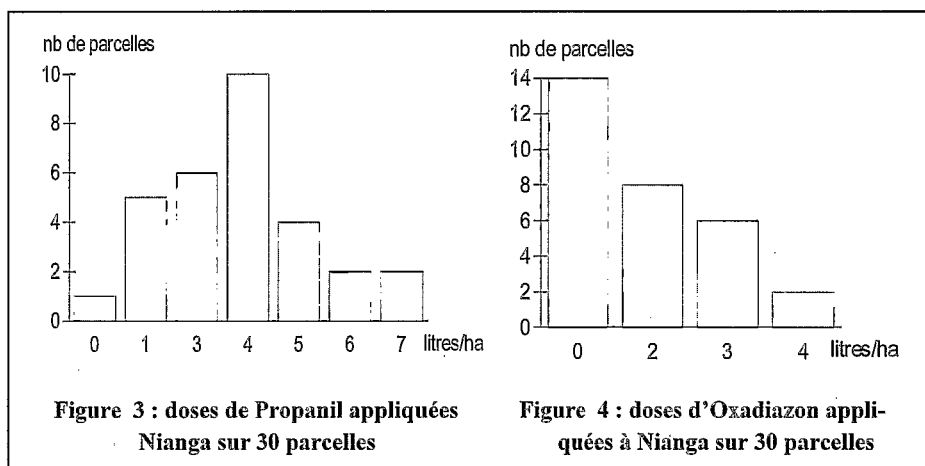
Toutes les parcelles désherbées chimiquement ont été traitées soit au Propanil, soit à l'Oxadiazon, soit avec ces deux produits. La figure 2 montre que le Propanil est utilisé dans 70% des cas, tandis que l'Oxadiazon ne l'est que dans 23% des parcelles traitées.



Bien qu'il existe sur le marché sénégalais d'autres herbicides utilisables sur riz irrigué (Annexe 3), on constate un fort taux d'utilisation du Propanil dans la vallée. Cette forte utilisation au détriment des autres produits existants, s'explique le plus souvent par son coût de traitement à l'hectare qui est le plus faible (Annexe 4) et aussi du fait qu'il est le plus connu des paysans.

Par ailleurs, il faut noter que si le choix des désherbants doit dépendre de critères à la fois techniques et économiques, dans la pratique ce choix est plus complexe. En effet, les agriculteurs sont souvent confrontés à des contraintes dues à l'organisation des circuits d'approvisionnement (disponibilité des herbicides chez les fournisseurs, choix collectif effectué par les responsables des organisations paysannes *etc.*) et à leur capacité de trésorerie. De plus, les matières actives choisies sont fréquemment inadéquates pour la flore ciblée, ou appliquées en retard. L'utilisation de produits de provenance douteuse, achetés à moindre coût est également souvent observée dans la vallée.

*Choix des doses et taux de dilution*



On constate un sous-dosage des produits formulés, comme le montrent les figures 3 et 4. Le Propanil est utilisé à Nianga à une dose moyenne de 3,6 litres/ha, tandis que l'Oxadiazon l'est à une dose moyenne de 1,4 litres/ha. Ces doses sont largement en dessous de celles préconisées par les structures de développement et les firmes phytosanitaires de la place (Propanil : 10 l/ha et Oxadiazon : 6 l/ha). La faiblesse des doses s'explique le plus souvent par :

- Un objectif de minimisation des risques que poursuit la paysannerie par une limitation des charges de culture.
- Des contraintes organisationnelles. En effet, dans certaines organisations paysannes, seul le président prend l'entière responsabilité de commander la quantité qu'il juge nécessaire en fonction des disponibilités du fond de roulement. Mais, depuis le désengagement de la SAED et la création de la CNCAS (Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal), chaque paysan est libre de choisir et de commander par l'intermédiaire de son organisation paysanne les quantités d'herbicides qu'il juge nécessaire. Il faut noter aussi que depuis peu, la SENCHIM (société sénégalaise de distribution d'engrais et de produits phyto-sanitaires) oc-



troie des crédits de campagnes aux paysans qui le désirent. Dans ce cas, le producteur a l'obligation de prendre tout le lot de produits proposé par la firme.

- le type de traitement. En effet, le traitement localisé nécessite moins d'herbicide qu'un traitement en couverture.
- la connaissance des herbicides et les expériences précédentes.
- l'état de la parcelle, en adaptant la dose au degré de salissement.
- les stades des adventices.
- la possibilité d'un recours au désherbage manuel dans les petits périmètres où la taille des parcelles excède rarement 0,50 ha.

Toutefois, il faut faire la différence entre la dose formulée et la dose réellement épandue. Celle-ci dépend du volume d'eau, de la vitesse d'avancement, de la longueur de la bande traitée et du débit de la buse. Quant à la dilution, les paysans se contentent généralement de leurs expériences précédentes et utilisent pour la dilution des boîtes de conserve pour mesurer la quantité de désherbants à introduire dans la cuve. A Nianga, les taux de dilution sont de l'ordre de 0,9 à 2% (Diagne, 1993).

Cette situation pose un problème d'évaluation des doses réellement appliquées, car une dose globalement faible peut cacher des doses épandues élevées.

#### *Modes de réalisation :*

Les traitements sont souvent réalisés avec des pulvérisateurs à dos, à pression entretenue par une pompe manuelle. Selon les recommandations de la recherche et des firmes, les herbicides de contact tel que le Propanil, doivent être appliqués après un assec complet si possible. Mais sur le terrain, le traitement dans une lame d'eau est le plus fréquent. Ceci peut s'expliquer par :

- la qualité du planage, car lorsque la parcelle est mal nivelée, les zones dépressionnaires demeurent totalement submergées après l'assec ;
- le colmatage de certains réseaux de drainage, qui gêne le bon déroulement de la vidange des parcelles ;
- le tour d'eau qui est souvent long et lent, les risques de pannes des groupes moto-pompes ou les ruptures d'approvisionnement en gas-oil. Face à ces contraintes, le paysan se trouve toujours devant un dilemme qui le pousse soit à traiter dans une lame d'eau, ce qui réduit l'efficacité du désherbage (Barbier & al., 1986) et entraîne souvent une chute de rendement d'environ 41% (Diarra, 1990), soit à retarder la date de traitement, ce qui entraîne d'autres inconvénients (stade de développement des adventices, etc.).

Quant aux dates de traitement, il a été constaté que la plupart des paysans ne les respectent pas. Ainsi à Nianga, les paysans traitent généralement entre le 30<sup>e</sup> et le 47<sup>e</sup> jours après semis au lieu du 15<sup>e</sup> au 21<sup>e</sup> jours après semis. Ces traitements tardifs peuvent s'expliquer par :

- le retard de livraison des herbicides par les fournisseurs, bien que cela tende à disparaître ;
- la présence d'adventices à cycles différents ;
- la réticence à appliquer des herbicides sur des jeunes plantes de riz ;
- l'absence de pulvérisateur au moment voulu (la densité d'équipement est souvent insuffisante) ;
- la nécessité de faire un assec pour le traitement en post-levée.

Ces traitements tardifs sont souvent à l'origine de l'inefficacité des opérations de désherbage, car les adventices sont trop développées et donc presque insensibles à l'action de ces produits sous-dosés. Par ailleurs, l'inefficacité de ces traitements tardifs explique aussi le recours à un désherbage manuel de rattrapage.

### *Conclusion*

Cette étude nous a permis de constater que les pratiques paysannes de désherbage chimique du riz irrigué dans la moyenne vallée sont sous-tendues par deux types de déterminants :

- collectifs, c'est-à-dire liés aux relations entre Organisations Paysannes, fournisseurs, CNCAS et SAED, mais également entre producteurs d'une même organisation ;
- individuels comme par exemple l'expérience et le niveau de formation du paysan, les caractéristiques de la parcelle et de l'exploitation, la technicité du producteur, etc.

L'analyse des déterminants demande un approfondissement car ces derniers posent en dernier ressort le problème de la politique agricole en général, mais également des objectifs et stratégies des producteurs et de la place que tient la riziculture dans leurs systèmes de production.

## PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Nul doute que les adventices constituent un des principaux facteurs limitants de la rentabilité des casiers rizicoles assez onéreux de la vallée. Or, cette rentabilité demeure plus que jamais une nécessité afin d'assurer la sécurité alimentaire du pays et de contribuer à l'amélioration des niveaux de vie des populations de cette zone. Des solutions doivent donc être trouvées pour contrôler l'enherbement des rizières, en explorant des axes de recherche et de développement spécifiques. Cependant, nous pensons que l'état actuel de

l'enherbement dans la moyenne vallée justifie deux priorités majeures en matière de recherche-développement : la connaissance approfondie de la flore adventice et des pratiques paysannes de désherbage d'une part, et l'amélioration des moyens de contrôle d'autre part.

### Etudes approfondies de la flore adventice et des pratiques de désherbage

Nos connaissances sur la flore doivent être approfondies, car tout désherbage efficace, attractif économiquement et sans danger pour l'environnement suppose l'acquisition d'informations indispensables sur les mauvaises herbes présentes ou futures. Or, ceci requiert une connaissance de la flore aux plans :

- taxonomique et chronologique, par l'identification des taxons et la détermination de leurs aires d'extension ;
- biologique, par la description des cycles biologiques des taxons et de leurs particularités afin de pouvoir déterminer la date optimale d'intervention ;
- écologique, qui conduit à l'étude des exigences écologiques de chaque espèce, donc la connaissance du milieu.

Dans l'avenir, il serait souhaitable aussi de quantifier la flore adventice et d'étudier les processus d'infestation des rizières irriguées de la moyenne vallée, en relation avec les systèmes de culture. Ce dernier point permettrait de déboucher sur la problématique de la dormance des graines des mauvaises herbes et de faire une analyse fine de la dynamique d'évolution des adventices au cours d'une campagne et d'une campagne à une autre.

L'étude des problèmes de nuisibilité des adventices en fonction des techniques et des systèmes de culture, doit permettre d'établir des données précises sur les pertes de récolte et les pertes économiques occasionnées par les adventices. Quant à l'étude des pratiques de désherbage on devra :

- évaluer les doses réellement appliquées par les paysans ainsi que leur impact sur la flore adventice et le rendement des parcelles ;
- étudier les conséquences de l'utilisation des herbicides sur les systèmes de production et l'organisation du travail au sein de l'exploitation ;
- étudier les filières de commercialisation des herbicides.

### Amélioration des moyens de contrôle

Cette amélioration doit se traduire par une réduction de la concurrence des adventices et surtout du temps consacré au désherbage. Elle doit être axée sur la maîtrise des moyens de contrôle existants et l'innovation de nouvelles techniques de lutte contre les mauvaises herbes.

## La maîtrise des techniques de désherbage

La formation et l'information-vulgarisation sont la plaque tournante de cette activité.

La première concerne *a priori* les techniciens de l'encadrement agricole qui servent souvent de " courroie de transmission " entre les chercheurs et les producteurs. Des séminaires de recyclage et des visites sur le terrain avec les chercheurs, peuvent permettre à ces agents de mieux connaître les adventices et les modalités d'utilisation des herbicides.

L'information-vulgarisation intéresse beaucoup plus les producteurs et sera axée sur la reconnaissance des adventices et des herbicides. L'information sur les herbicides doit porter surtout sur leurs spectres d'efficacité, leurs modes d'action, leurs conditions d'application et les circuits d'approvisionnement.

Par ailleurs, la formation aussi bien des techniciens que des producteurs portera sur le choix des doses, des taux de dilution, des dates d'intervention et des dangers qu'ils encourent avec les herbicides.

### L'innovation technologique :

Face à la gravité du problème de l'enherbement et de l'élargissement de la gamme des herbicides disponibles sur le marché mondial, la priorité doit être accordée à la recherche de nouvelles molécules. Cette recherche nécessite l'expérimentation de nouveaux produits qui ont donné des résultats satisfaisants dans des conditions agro-pédoclimatiques similaires. Ces nouveaux herbicides doivent être compatibles avec les contraintes des producteurs. Ainsi, un herbicide à large spectre, applicable dans une lame d'eau et tardivement, serait d'un grand intérêt pour les riziculteurs de cette zone qui sont soit confrontés à des problèmes de drainage, soit à des retards de livraison.

Toutefois, l'action de l'herbicide ne sera meilleure que si des pratiques judicieuses ont permis dans un premier temps de diminuer la densité des individus présents et de les retarder dans leur croissance. La recherche d'une meilleure adéquation des pratiques culturales avec la lutte contre les adventices demeure donc une nécessité. Ceci est d'autant plus vrai que l'objectif est de trouver une combinaison de méthodes de lutte efficaces, économiquement attractives et sans danger pour l'environnement. Les stratégies de désherbage qui seront élaborées devront intégrer la gestion de l'eau, la préparation du sol, les variétés utilisées, les modalités de semis et les techniques de fertilisation. Autrement dit, il faut essayer de combiner la lutte chimique, mécanique, biologique et les pratiques agronomiques dans un système rationnel. Cette stratégie doit être adaptée aux conditions morpho-pédologiques et socio-économiques de la moyenne vallée. C'est là où la lutte intégrée trouve toute sa pertinence, car c'est un système de gestion qui utilise toutes les techniques appropriées d'une façon compatible afin de réduire les populations d'adventices et de les main-

tenir en dessous du seuil économique (Smith et Reynolds, cités par Godderis, 1990). Cette recherche intégrée doit se faire à deux niveaux :

- thématique, c'est-à-dire en relation avec des disciplines telles que machinisme, pédologie, hydraulique agricole, *etc.*
- systémique afin de tenir compte des systèmes de production, des objectifs, des moyens et des contraintes des paysans. Cette action doit être menée en collaboration avec des socio-économistes.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Barbier J.M., Sanon M. et Mouret J.C., 1986 - La flore adventice des rizières de Camargue : évolution récente et effets des techniques culturales. *LECSA*, 117 p.
- Berhaut, J., 1971-1979 - La flore illustrée du Sénégal. I-*Acanthaceae*, II-*Balanophoraceae* à *compositae*, 1974. III-*Conmaraceae* à *Euphorbiaceae*, 1973. IV-*Ficoïdaceae* à légumineuses, 1975. V-*Légumineuses* à *Papillonacées*, 1975. VI-*Linaceae* à *Nympheaceae*, 1979. *Direction des Eaux et Forêts, Dakar.*
- Chateau R., 1957 - La lutte contre les plantes adventices en riziculture. In *l'Agro-Trop. Vol. XII, N°6 Nogent sur Marne.* . pp. 657 à 724
- Davies E.L.P. 1983 - Weed Science Report - *OMVS/DAKAR.*
- Diagne M., 1991 - Contribution à l'étude de flore adventice et des pratiques de désherbage chimique dans les rizières irriguées du Delta du Fleuve Sénégal : cas de Thiagar et de Thiago. *Mémoire de DEA., Sciences de l'Environnement, Dakar.*
- Diagne M., 1993 - Situation de la lutte contre les mauvaises herbes dans les rizières irriguées de la Région du Fleuve Sénégal. *Mémoire de Confirmation ISRA (Saint-Louis).*
- Diarra A., 1990 - Ennemis du riz au Sahel. in *Sahel PV info. N° 27, octobre 1990.* pp. 8-10
- Diop A.M., 1980 - Rapport du Service de Malherbologie, *ADRAO, Saint-Louis du Sénégal.*
- Hernandez S., 1978 - Les mauvaises herbes et le désherbage des cultures au Sénégal. *Publication présentée à la Conférence Internationale de Malherbologie. IITA. IBADAN, Nigeria, 3-7 juillet 1978 - ISRA, 15 p.*
- Godderis X., 1990 - La riziculture en Afrique de l'Ouest. L'amélioration d'*Oryza sativa* L. et la flore adventice des rizières dans la vallée du Fleuve Sénégal. *PP. 185-222 - Thèse de Doctorat.*
- Guilloux P., 1973 - Principales adventices du riz irrigué. *ISRA, Saint-Louis du Sénégal.*
- Ndiaye M., 1988 - Note sur le non travail du sol en riziculture irrigué. *ISRA - 7 p.*

□ □ □

ANNEXE 1 : Répartition des espèces par famille

Famille	Nombre d'espèces	%
<i>Poaceae</i>	26	28,6
<i>Cyperaceae</i>	15	16,5
<i>Fabaceae</i>	8	8,8
<i>Convolvulaceae</i>	4	4,4
<i>Euphorbiaceae</i>	4	4,4
<i>Amaranthaceae</i>	3	3,3
<i>Caesalpiniaceae</i>	3	3,3
<i>Rubiaceae</i>	3	3,3
<i>Tilliaceae</i>	3	3,3
<i>Borraginaceae</i>	2	2,2
<i>Compositae</i>	2	2,2
<i>Nympheaceae</i>	2	2,2
<i>Lythraceae</i>	2	2,2
<i>Asclepiadaceae</i>	1	1,3
<i>Butomaceae</i>	1	1,3
<i>Commelinaceae</i>	1	1,3
<i>Ficoideae</i>	1	1,3
<i>Malvaceae</i>	1	1,3
<i>Marsileaceae</i>	1	1,3
<i>Molluginaceae</i>	1	1,3
<i>Onagraceae</i>	1	1,3
<i>Pontederiaceae</i>	1	1,3
<i>Sphenocleaceae</i>	1	1,3
<i>Solanaceae</i>	1	1,3
<i>Sterculiaceae</i>	1	1,3
<i>Typhaceae</i>	1	1,3
<i>Zygophyllaceae</i>	1	1,3

ANNEXE 2 : Fréquences et familles des différences espèces d'ad-  
ventices rencontrées dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal  
(inventaire de 127 parcelles réalisé en oct-nov 1992)

Espèce	Famille	Fréq (%)	Espèce	Famille	Fréq (%)
<i>Echinochloa colona</i> Link.	Poaceae	98,42	<i>Eragrostis tremula</i> Hochst.	Poaceae	11,02
<i>Cyperus difformis</i> L.	Cyperaceae	85,03	<i>Axonopus compressus</i> (SW) P Beauv	Poaceae	11,02
<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) RC.	Amaranthaceae	81,88	<i>Cynodon dactylon</i> Pers.	Poaceae	10,23
<i>Eclipta prostrata</i> L.	Motoraceae	81,88	<i>Eragrostis aspera</i> Ness.	Poaceae	10,23
<i>Cyperus iria</i> L.	Cyperaceae	81,1	<i>Cenchrus biflorus</i> Roxb.	Poaceae	9,44
<i>Ludwigia erecta</i> L.	Onagraceae	73,22	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	Ficoïdaceae	8,66
<i>Oldenlandia corymbosa</i> L.	Rubiaceae	73,22	<i>Euphorbia glomerifera</i> (Mills.)	Euphorbiaceae	7,87
<i>Corchorus fascicularis</i> Lam.	Tiliaceae	68,5	<i>Ipomoea eriocarpa</i> R. BR.	Convolvulaceae	7,87
<i>Eragrostis diplachnoides</i> Steud	Poaceae	65,35	<i>Amaranthus viridis</i> L.	Amaranthaceae	7,87
<i>Aeschynomene indica</i> L.	Fabaceae	62,99	<i>Phyllanthus amarus</i> Sc. et Th.	Euphorbiaceae	7,87
<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	Poaceae	55,9	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Facaceae	7,08
<i>Pycurus macrostachyos</i> Roxb. - Subsp.	Cyperaceae	53,54	<i>Panicum</i> sp.	Poaceae	7,08
<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	51,18	<i>Eriochloa nubica</i>	Poaceae	6,29
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Euphorbiaceae	50,39	<i>Cyperus articulatus</i> L.	Cyperaceae	6,29
<i>Oryza barthii</i> A. chev.	Poaceae	49,6	<i>Corchorus tridens</i> Linn.	Tiliaceae	6,29
<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk	Convolvulaceae	44,88	<i>Calotropis procera</i> Ait.	Asclepiadaceae	6,29
<i>Echinochloa pyramidalis</i> H& Ch	Poaceae	37	<i>Sida alba</i> L.	Malvaceae	5,51
<i>Echinochloa crus-pavonis</i> (Kurth.) Sch.	Poaceae	35,43	<i>Cyperus rotundus</i> L.	Cyperaceae	4,72
<i>Ischaemum rugosum</i> Salish. Sch.	Poaceae	33,02	<i>Blumea</i> sp.	Moteraceae	4,72
<i>Heteranthera callitolia</i> Reich. & Kurth	Pontederiaceae	32,28	<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc.	Rubiaceae	3,93
<i>Melochia corchorifolia</i> Linn.	Ster-culiaceae	30,70	<i>Schoenoplectus erectus</i> (poiret) - Palla.	Cyperaceae	3,93
<i>Corchorus olitorius</i> Linn.	Tiliaceae	30,70	<i>Echinochloa crus-gallii</i>	Poaceae	3,93
<i>Ipomoea coccinea</i> (L.) Roth.	Convolvulaceae	29,13	<i>Sporobolus helvosus</i> Dur. & Sch	Poaceae	3,14
<i>Sesbania pachycarpa</i> DC.	Fabaceae	25,98	<i>Crotalaria lachnophora</i>	Fabaceae	2,36
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.F. Mey.	Rubiaceae	25,98	<i>Phloxeris vermicularis</i> (L.) P Beauv	Amaranthaceae	2,36
<i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin.	Poaceae	25,19	<i>Sesbania leptocarpa</i> DC.	Fabaceae	2,36
<i>Chloris pieurii</i> Kurth.	Poaceae	22,83	<i>Eragrostis ciliaris</i> R. BR.	Poaceae	2,36
<i>Marsilea minuta</i> L.	Marsileaceae	22,04	<i>Nymphaea micrantha</i> G. & Per.	Nymphaeaceae	1,57
<i>Scirpus maritimus</i> L.	Cyperaceae	19,68	<i>Ipomoea</i> sp.	Convolvulaceae	1,57
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Euphorbiaceae	19,68	<i>Rotula tenella</i> G. & Per.	Lythraceae	1,57
<i>Physalis angulata</i> Linn.	Solanaceae	17,32	<i>Typha australis</i> Sch. & Th	Typhaceae	1,57
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Poaceae	16,53	<i>Mollugo nudicaulis</i> Lam.	Molluginaceae	1,57
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> P. Beauv.	Poaceae	15,14	<i>Cyperus leavigatus</i> L.	Cyperaceae	1,57
<i>Indigofera</i> sp.	Fabaceae	14,17	<i>Cyperus reduncus</i> Hochst.	Cyperaceae	1,57
<i>Nymphaea lotus</i> L.	Nymphaeaceae	14,17	<i>Oryza longistaminata</i> A. Ch & R	Poaceae	1,57
<i>Scirpus jacobii</i> C.E.C. Fisher	Cyperaceae	14,17	<i>Sporobolus robustus</i> Kunth.	Poaceae	1,57
<i>Dinebra retroflexa</i> Panz.	Poaceae	11,81	<i>Imperata cylindrica</i> P. Beauv.	Poaceae	0,78
<i>Cyperus digitatus</i> Roxb.	Cyperaceae	11,81	<i>Elytrophorus spicatus</i> A. con.	Poaceae	0,78
<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn	Sphenocleaceae	11,81	<i>Cyperus alopecuroides</i> Rottb.	Cyperaceae	0,78
<i>Ammania auriculata</i> Willd.	Lutheaceae	11,81	<i>Fuirena ciliaris</i> Roxb.	Cyperaceae	0,78
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Zygophyllaceae	11,81	<i>Sesbania rostrata</i> Brem.	Fabaceae	0,78
<i>Cassia mimosoides</i> L.	Caesalpinaceae	11,02	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Commelinaceae	0,78
<i>Cassia obtusifolia</i> L.	Caesalpinaceae	11,02	<i>Parksonia aculeata</i> L.	Caesalpinaceae	0,78
<i>Heliotropium bacciferum</i> Forsk.	Boraginaceae	11,02	<i>Lotus arabicus</i> L.	Fabaceae	0,78
<i>Heleocharis artropurpurea</i> Kurth.	Cyperaceae	11,02	<i>Tenogocharis latifolia</i> Bush.	Butomaceae	0,78

ANNEXE 3 : Caractéristiques des principaux herbicides  
utilisables sur riz irrigué au Sénégal

Nom commercial	Matières actives	Cibles	Stade	Dose d'application ( ha)	Conditions recommandées	Observations
STAM F34 SURCOPUR PROPANIL	Propanil (360 g/l)	graminées dicotylédones cypéracées (jeunes)	2-3 feuilles des adventices	9 à 12	- après drainage - irrigation 1 à 5 jours après épandage	- agit par contact - incompatible avec les organo- phosphorés
WEEDONE TP	2,4,5-TP (480 g/l)	cypéracées dicotylédones	2-3 feuilles des adventices	2 à 2,5	- après drainage - irrigation 1 à 5 jours après épandage	- agit par contact - peut être mêlé au PROPANIL
BASAGARAN PL2	Bentazone (140 g/l) Propanil (360 g/l)	graminées cypéracées dicotylédones	2-3 feuilles des adventices	6 à 8	- après drainage - irrigation 1 à 5 jours après épandage	- agit par contact
GARIL	Trichopyr (72 g/l) Propanil (360 g/l)	graminées cypéracées dicotylédones	2-3 feuilles des adventices	5	- après drainage - irrigation 1 à 5 jours après épandage	- agit par contact
RONSTAR 12 L	Oxadiazon (120 g/l)	graminées cypéracées dicotylédones	pré-levée du riz et des adventices	6	- épandage dans une lame d'eau avant semis - attendre 3-4 jours pour semer	
RONSTAR PL	Oxadiazon (40 g/l) Propanil (300 g/l)	graminées cypéracées dicotylédones	post-levée du riz et des adventices	5	idem PROPANIL	idem PROPANIL
RONSTAR 25 EC	Oxadiazon (250 g/l)	graminées cypéracées dicotylédones	pré-levée	4	épandage sur sol humide	avant germination des adventices
RIFIT EXTRA	Prétilachlore (375 g/l) Diméthamé- tryne (120 g/l)	graminées dicotylédones	pré-levée du riz	4		idem RONSTAR 25 EC
SOFIT	Prétilachlore (240 g/l) Fenchlorine (120 g/l)	graminées cypéracées dicotylédones	pré-levée du riz	4,5		idem RONSTAR 25 EC



ANNEXE 4 : Comparaison des coûts moyens de certains  
herbicides disponibles sur le marché sénégalais

*(prix avant dévaluation)*

Produit (nom commercial)	Coût unitaire (FCFA/litre)	Coût traitement (FCFA/ha)
Propanil	1.800	18.000
Weedone	2.500	5.000
Basagran PL2	6.000	42.000
Garil	4.900	24.500
Ronstar 12 L	6.500	39.000
Ronstar 25 EC	5.040	20.160
Rifit Extra	6.400	25.600
Rifit 500	13.500	20.300
Tamariz	5.000	45.000
Gramoxone	4.500	11.250
Roundup	16.800	134.400
Calliherbe	2.760	24.840

ANNEXE 5 : Glossaire de quelques adventices rencontrées dans la région du Fleuve Sénégal.

Nom scientifique	Noms vernaculaires	
	Wolof	Peul (pulaar)
<i>Echinochloa colona</i>	Mbay dek ou Mbaket	Ndirir ou Mbelweldi
<i>Cynodon dactylon</i>	Sil	Keref
<i>Nymphaea sp</i>	Jatar	Bonji ou Ndaayri
<i>Ischaemum rugosum</i>	Mbara	Mbunum
<i>Eclipta prostrata</i>	Meñente	Njal Ñal
<i>Cyperus difformis</i>	Ekul ou Sikimulèk	Baye demba
<i>Parkinsonia aculeata</i>	Parkesoña	Barkasone
<i>Sphenoclea zeylanica</i>	Saabu jasig	Kuyhuy
<i>Oryza barthii</i>	Sowas	Maaro beeli ou Sowas
<i>Oryza longistaminata</i>	Njem	Maare
<i>Scirpus maritimus</i>	Xalir	Hiisel
<i>Ludwigia sp</i>	Mboyte ou Gan gui	Boojol
<i>Ipomoea aquatica</i>	Lawlawane	Bootere
<i>Tribulus terrestris</i>	Dagu tubaab	Tuppere
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Bara	Guppere
<i>Borreria verticillata</i>	-	Camtarle
<i>Ammania auriculata</i>	-	Yulumoo
<i>Melochia carchorifolia</i>	-	Mondere
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	-	Burgel celel
<i>Mollugo nudicaulis</i>	-	Laacal yaye
<i>Aeschynomene indica</i>	Cal ou Xeelbët	-
<i>et phyllantus sp</i>		
<i>Euphorbia hirta</i>	-	Mbal
<i>Sida alba</i>	Xal jem	-
<i>Physalis angulata</i>	Suukeru Ale	Tootudal
<i>Sesbania sp</i>	Saysaru	-
<i>Corchorus fascicularis</i>	Lalo ou Mballi	-
<i>Lotus arabicus</i>	Baarasan	-
<i>Cenchrus biflorus</i>	XaaXaam	Hebbere
<i>Diplachne fusca</i>	Ndibis	Siuko
<i>Portulaca oleracea</i>	-	Furñere
<i>Panicum sp</i>	-	Paggiri
<i>Echinochloa crus gallii</i>	Galomedun	-

# RIDEV : un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et des calendriers

□ □ □

M. Dingkuhn\*, P. Y. Le Gal\*\*, J. C. Poussin\*\*\*

\* Agro-physiologiste, ADRAO, Saint-Louis

\*\* Agronome, CIRAD-SAR, Montpellier

\*\*\* Agronome, ORSTOM, Dakar

Depuis la mise en service des barrages de Diama en 1986 et Manantali en 1990, la double riziculture, composante de l'intensification des systèmes de production irrigués dans la vallée du fleuve Sénégal, est devenue possible. Compte tenu des conditions climatiques et du matériel végétal disponible, cette double culture comprend une campagne de saison sèche chaude, semée en février-mars, qui doit être récoltée en juillet afin de pouvoir démarrer une campagne d'hivernage avant septembre.

Pour choisir un couple "variété - date de semis", les agriculteurs doivent évaluer la longueur de cycle et le taux de stérilité florale probable. Ce raisonnement s'effectue en terme de risque à partir d'une analyse de la fréquence des paramètres climatiques. Ces éléments orientent également les recherches en amélioration variétale pour donner plus de souplesse au calage des cycles culturaux.

En riziculture irriguée intensive, l'amélioration des rendements et le développement de la double culture annuelle dépendent en partie des réponses données à ces problèmes.

La démarche classiquement utilisée se base sur la mise en place d'essais "variétés - dates de semis", répétés dans l'espace et le temps. Les mesures sur le rendement et la longueur des cycles respectifs des variétés testées, débouchent sur des recommandations aux paysans, du type :

- "Jaya est une variété de 120 jours en hivernage. "

- "Jaya ne doit pas être semée au delà du 4 septembre. "

Cette méthode, par son caractère descriptif et non explicatif, présente de nombreux désavantages par rapport à un objectif d'aide à la décision. En effet, les résultats obtenus sont difficilement extrapolables hors des sites, dates et années d'expérimentation, ce qui oblige à multiplier les situations. Le coût d'une telle approche peut alors fortement augmenter. Par ailleurs le

caractère normatif de ce type de recommandations interdit d'évaluer les risques inter- et intra-annuels liés à des choix particuliers d'agriculteurs, d'autant plus que l'appréciation du risque est un élément fortement dépendant de l'individu ou du groupe d'individus (Munier, 1989).

L'utilisation des modèles offre une voie différente et semble mieux adaptée à la résolution des problèmes posés. Un modèle est un mode de représentation de mécanismes, ici biophysique, dont la structure une fois validée est utilisable dans des situations variées, sans qu'il soit nécessaire de répéter les observations à l'origine de son élaboration. La construction du modèle nécessite cependant une compréhension des mécanismes en jeu, par exemple des relations entre climat et longueur de cycle, puis leur traduction mathématique et informatique. Enfin, la réalisation d'un outil informatique utilisable par les agriculteurs ou leurs conseillers, nécessite la création d'une interface permettant une mise en relation entre les connaissances de l'utilisateur et celles manipulées par le modèle.

Cet article présente comment cette démarche a été appliquée aux rythmes de développement du riz en zone sahélienne. Nous présenterons successivement les bases agro-physiologiques du modèle utilisé, la structure informatique de l'outil d'aide à la décision, et deux exemples d'applications déjà testées ou envisagées.

## BASES AGRO-PHYSIOLOGIQUES DU MODÈLE

La description détaillée des bases agro-physiologiques du modèle faisant l'objet d'autres communications (Dingkuhn *et al.*, 1994 ; Dingkuhn & Miézan, 1994 ; Dingkuhn, 1994), nous nous limiterons ici à une présentation succincte.

L'analyse des variations saisonnières et variétales de la durée du cycle du riz irrigué est fondée sur trois expérimentations de type "rice garden". Un rice garden (Alocija *et al.*, 1981) est un système de culture continue de riz avec des dates de semis réparties au long de l'année.

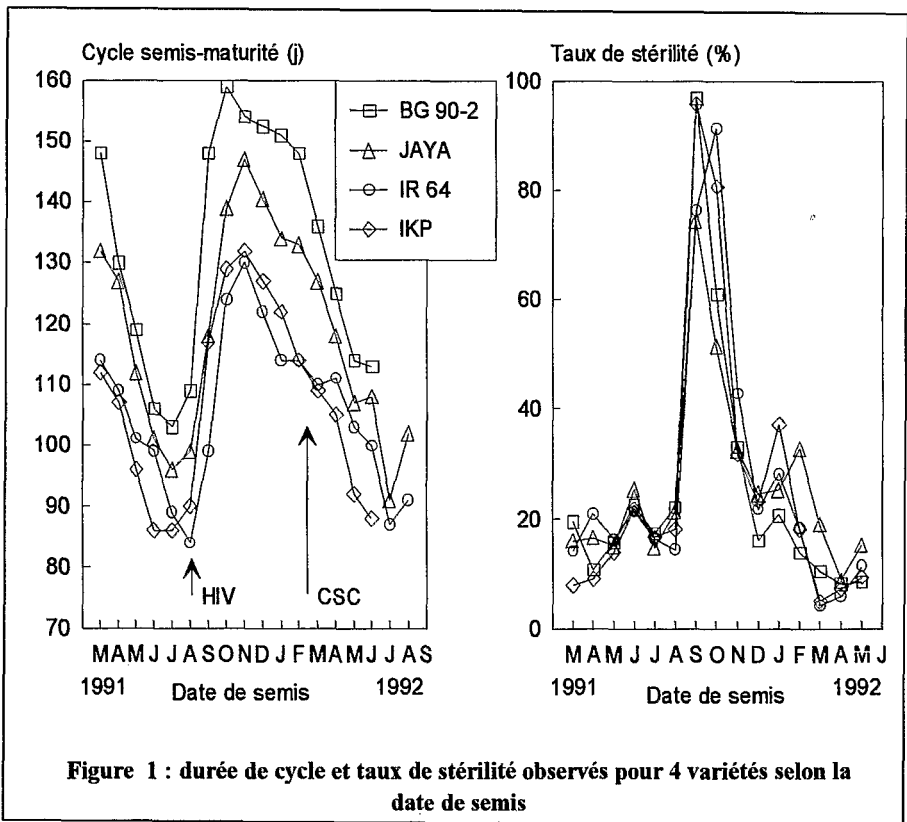
### Méthode de travail

Nos deux expérimentations principales, conduites depuis 1990 sur les sites de Ndiaye (dans le delta) et Fanaye (dans la moyenne vallée), ont porté sur 12 dates de semis et 7 variétés avec 2 répétitions. Pour chaque parcelle, on relève les dates de semis, repiquage, épiaison, floraison et maturité physiologique, ainsi que les rendements en grains et en pailles. Des mesures mensuelles de biomasse aérienne sont également réalisées. Une station météorologique automatique, installée dans chaque site, permet de collecter d'heure en heure les températures de l'air, de l'eau et du sol, ainsi que la radiation solaire. De plus, des observations micro-météorologiques sont effectuées quotidiennement par la SAED à Ndiaye et l'ISRA à Fanaye.

Les résultats obtenus à Ndiaye ont été utilisés pour la construction du modèle physiologique de développement du riz. Ceux de Fanaye ont été utilisés pour la validation. Une troisième expérimentation, plus légère mais portant sur 49 génotypes a été mise en place afin de calibrer une large gamme de variétés, notamment celles couramment utilisées dans la région du fleuve Sénégal (jaya, IKP, aïwu, BG90-2, IR1529, IR8, KH998, SIPI6920) et quelques nouvelles sélections, dont certaines font actuellement l'objet d'essais sur différents sites en collaboration avec l'ISRA et le Projet Autonome Semencier (PAS).

### Mécanismes physiologiques en jeu

#### Variation de la durée du cycle



**Figure 1 : durée de cycle et taux de stérilité observés pour 4 variétés selon la date de semis**

Le phénomène à expliquer est illustré par la figure 1 : la durée semis-floraison varie de plus de 60 jours selon la date d'implantation ; les semis d'octobre à novembre conduisent aux durées les plus longues, ceux de juin à août aux durées les plus courtes.

Le cycle du riz est analysé en trois phases : la phase végétative, la phase reproductive et la maturation. Leur durée est régulée par divers mécanismes physiologiques qui sont sous contrôle génétique.

Pendant la phase végétative le développement se limite à l'apparition des feuilles, et la plante est insensible à la photopériode (Vergera & Chang, 1985). Le repiquage induit un stress qui allonge la durée de la phase végétative de 8 à 12 jours selon la saison.

A la fin de cette première phase (BVP), la plante devient sensible à la photopériode (PP). L'entrée en phase reproductive est favorisée par une durée du jour courte (11 heures environ). La sensibilité à PP est fonction de la variété ; la plupart de celles connues dans la région du fleuve (aiwu et jaya par exemple) sont moyennement sensibles : elles entrent en phase reproductive même si PP est supérieure à 12 heures, mais la floraison est retardée de 5 à 15 jours.

Durant tous les stades de développement, la température influe sur la vitesse de développement (DR). En dessous d'une certaine température ( $T_{base}$ ) le développement s'arrête ; au dessus de  $T_{base}$ , DR augmente linéairement avec la température jusqu'à une température optimale ( $T_{opt}$ ) (Summerfield *et al.*, 1992) après laquelle DR reste constant ou peut diminuer. Une certaine somme de degrés - jour (Tsum) est nécessaire pour atteindre la floraison. Tsum varie selon la variété entre 500 et 1.500°-jour (seules les températures comprises entre  $T_{base}$  et  $T_{opt}$  sont comptées).

Photopériodisme et température peuvent interagir de façon complexe (Summerfield *et al.*, 1992). Nous avons choisi un modèle simplifié rendant compte de ces interactions : PP influe sur la valeur de Tsum, ce qui modifie la date de la floraison.

La durée entre floraison et maturité (m) est indépendante de la photopériode, varie légèrement selon la variété, et dépend de la température (Yoshida, 1981 ; Penning de Vries *et al.*, 1989). Selon nos expérimentations, m se situe autour de 28 jours en hivernage, mais peut dépasser 45 jours en saison froide ; les températures supérieures à 28°C n'accélèrent pas la maturation (Dingkuhn, travaux en cours).

#### Relations entre température de l'air, de l'eau et développement

Le point de croissance du riz irrigué est submergé jusqu'à la montaison ; il est par conséquent exposé à la température de l'eau.

La température de l'eau dépend de nombreux facteurs : vitesse du vent, humidité de l'air, rayonnement et amplitude de la variation de température de l'air entre le jour et la nuit (Dingkuhn, 1992). La température de l'eau dépend également de l'importance du couvert végétal : lorsque LAI est faible (en début de cycle), la température de l'eau en début d'après-midi est légèrement plus

haute que celle de l'air ; quand LAI est supérieur à 4 (tallage-montaison), la température de l'eau peut être 10°C en dessous de celle de l'air.

### Effet des températures sur la stérilité des épillets

Le développement des organes floraux du riz est extrêmement sensible aux basses températures : des températures nocturnes inférieures à 18°C interrompent le processus de méiose dans les organes mâles et provoquent une stérilité des épillets (Nishimaya, 1984). La figure 1 illustre ce phénomène : le taux de stérilité fluctue entre 10 et 25% dans la plupart des situations, mais croît très fortement jusqu'à 100% lorsque le riz est implanté entre fin septembre et début novembre.

La stérilité due aux températures élevées, moins grave que la précédente, apparaît principalement durant la saison sèche chaude. Une corrélation significative a été trouvée entre stérilité et température à l'épiaison (ADRAO, 1993).

### Modèle de simulation de la durée du cycle et de la stérilité

Un modèle complet rendant compte de l'ensemble des phénomènes physiologiques et micro-climatiques décrits précédemment a été élaboré. Le modèle présenté ici en constitue une version simplifiée. Les données en entrées sont les paramètres variétaux, les températures de l'air journalières ( $T_{\min_{\text{air}}}$  et  $T_{\max_{\text{air}}}$ ) ainsi que la latitude du site, nécessaire au calcul de la photopériode.

#### Température de l'eau et cumul des températures

La température de l'eau dépend de l'écart entre  $T_{\min}$  et  $T_{\max}$  de l'air et du stade de la culture :

$$T_{\min_{\text{eau}}} = T_{\min_{\text{air}}}$$

$$T_{\max_{\text{eau}}} = T_{\max_{\text{air}}} - f(T_{\max_{\text{air}}} - T_{\min_{\text{air}}}, \text{stade})$$

$$T_{\text{moy}_{\text{eau}}} = (T_{\max_{\text{eau}}} + T_{\min_{\text{eau}}})/2$$

Le cumul des températures s'effectue en ne tenant compte que de celles qui sont comprises entre  $T_{\text{base}}$  et  $T_{\text{opt}}$  :

si  $T_{\min_{\text{eau}}} > T_{\text{base}}$  et  $T_{\max_{\text{eau}}} < T_{\text{opt}}$ , le cumul porte sur  $T_{\text{moy}_{\text{eau}}}$ , sinon on introduit un terme correctif.

#### Durée du cycle

L'influence du repiquage et de la photopériode se traduisent par une correction de la somme de température nécessaire pour atteindre la floraison ( $T_{\text{sum}}$ ).

Du semis à la floraison on effectue le cumul des températures journalières de l'eau, jusqu'à atteindre  $T_{\text{sum}}$ .

A partir de la floraison, la température de l'air influe sur le développement de la culture. Les températures supérieures à 28°C n'accélèrent pas la maturité, et la progression journalière vers la maturité, notée 1/m, est calculée ainsi :

$$1/m = (0,5 * 2^{(T_{moy}/10)}) / 10$$

$$\text{avec } T_{moy} = \text{MIN}(28^{\circ}\text{C}, (T_{\text{max,air}} + T_{\text{min,air}})/2)$$

On cumule alors des valeurs quotidiennes de 1/m jusqu'à atteindre la valeur 1 (m correspond à la durée floraison-maturité).

### Taux de stérilité

A partir du stade montaison (85% de Tsum) et jusqu'à la floraison, on cumule les températures minimales. Si la moyenne de ces températures pendant cette phase (tmoy\_f) est inférieure à 20°C, le taux de stérilité due au froid est donné par la régression :

$$\text{ster}_f = 500 - 25 * \text{tmoy}_f$$

Pour la stérilité due à la chaleur, on cumule les températures moyennes entre épiaison et 15% de m. Soit tmoy\_c la moyenne des températures pendant cette phase ; le taux de stérilité due à la chaleur est donné par la régression :

$$\text{ster}_c = 47.4 - 5.28 * \text{tmoy}_c + 0.145 * \text{tmoy}_c^2$$

### Calage du modèle et validation

Le calage du modèle a été réalisé pour 49 variétés et 13 dates de semis à la station de Ndiaye dans le delta du Sénégal (ADRAO, 1994). La détermination des constantes photothermiques a été effectuée, à l'aide d'un programme spécifique, en minimisant les écarts à la régression entre durée du cycle et stérilités simulées, et les observations (Dingkuhn & Miézan, 1994).

Pour 28 variétés, la validation a été effectuée en utilisant des observations issus d'autres dispositifs expérimentaux : les résultats du dispositif ADRAO à la station de Fanaye dans la moyenne vallée du Sénégal, ceux du projet RE-TAIL à Niono (Mali), et ceux obtenus par l'IRRI. Pour les autres, aucune référence indépendante n'a pu être obtenue. Des références supplémentaires, utilisables pour la validation du modèle et son extension à d'autres variétés, seront disponibles en 1994-95 grâce aux travaux que réalise l'ADRAO au Mali et au Burkina Faso en collaboration avec les programmes de recherche nationaux.

### STRUCTURE DE L'OUTIL D'AIDE A LA DÉCISION

Le modèle décrit précédemment a été traduit en langage informatique. Ce programme, écrit en BASIC, est utilisé par les chercheurs pour répondre à des besoins de validation et de calibrage.



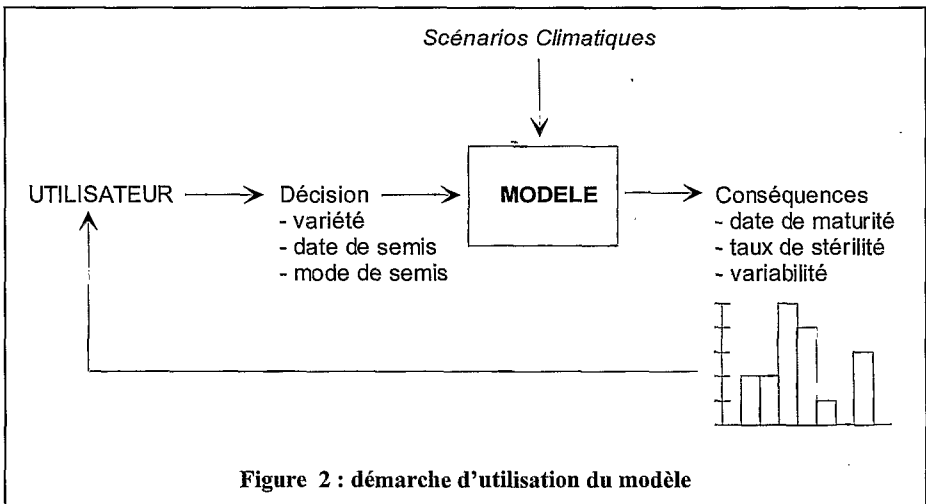
L'utilisation de ce modèle dans une perspective d'aide à la décision d'agriculteurs a nécessité la conception d'une démarche d'utilisation et d'une interface adaptée.

### Démarche d'utilisation du modèle

Quels choix aider et comment aider ces choix ? Il s'agit ici de la date de semis et de la variété. L'aide au choix consiste à montrer à travers des simulations, les conséquences de ces choix en terme de durée de cycle et de date de maturité (et de récolte) d'une part, de taux de stérilité et de pertes de rendement d'autre part. Le choix du mode de semis (semis direct ou repiquage) fait intervenir d'autres considérations que la durée du cycle de la culture, disponibilité de main d'oeuvre et maîtrise de l'enherbement notamment, qui ne sont pas pris en compte dans le modèle. Le mode de semis n'est pris en compte dans le modèle que pour son effet sur la durée du cycle de la culture et indirectement sur le taux de stérilité.

Durée du cycle et stérilité sont dépendantes des conditions climatiques de l'année. Or, dans la réalité, la décision de semis s'effectue sans connaissance du climat à venir. La simulation permet cependant de tester les conséquences de cette décision face à différents scénarios climatiques correspondant aux enregistrements météorologiques des années passées. Le choix de simuler une large gamme de scénarios vise alors à mesurer l'effet de la variabilité climatique inter-annuelle sur celle des résultats. On peut également envisager de tester les conséquences de certains scénarios climatiques types : démarrage tardif de la saison chaude, températures très élevées en juin, etc.

L'utilisateur peut ensuite, en observant les résultats obtenus par simulation, modifier ses choix (date et mode de semis, variété semée), et tester l'impact de ces modifications. La figure 2 illustre cette démarche d'utilisation.



### Interface entrées / sorties

Afin d'améliorer le caractère convivial de l'outil, nous avons conçu un module d'entrée très simple et un module de sortie permettant différents modes de représentation des résultats.

En entrée (Figure 3), l'utilisateur choisit la variété dans une liste de 49 variétés ; à cette liste est associé un fichier contenant tous les paramètres variétaux nécessaires au fonctionnement du modèle. Le mode de semis peut avoir deux modalités : semis direct ou repiquage ; le choix de la modalité s'effectue également dans une liste. La date de semis est saisie sous la forme jour / mois (ex : 15/2). Les données climatiques journalières Tmin et Tmax ainsi que la latitude de la station météorologique sont stockées dans un fichier.

The screenshot shows a graphical user interface for the 'SEMIS' (Sowing) module. It consists of several nested windows:

- SEMIS** (outermost window):
  - Variété semée: **AIWU**
  - Mode de semis: **DIRECT**
  - Date de semis: **07/03**
- FICHER METEO** (middle window):
  - Path: **C:\PODOR.TEM**
- VARIETE** (innermost window, listing crop varieties):
 

1967	1968	1969	1970	1971	AIWU
1973	1974	1975	1976	1977	B5322
1980	1981	1982	1983	1984	BOUAKE 189
1986	1987				CHINA 998
					IKP
					IR13240

Figure 3 : module d'entrée

Après saisie du nom de ce fichier, le programme affiche les années enregistrées ; l'utilisateur sélectionne alors celles qui serviront de scénarios climatiques puis lance la simulation.

La simulation dure quelques dixièmes de seconde par scénario, grâce à l'utilisation d'un langage informatique compilé (langage C).

En sortie, trois modes de représentation des résultats sont possibles (Figure 4) :

Variété : AIWU

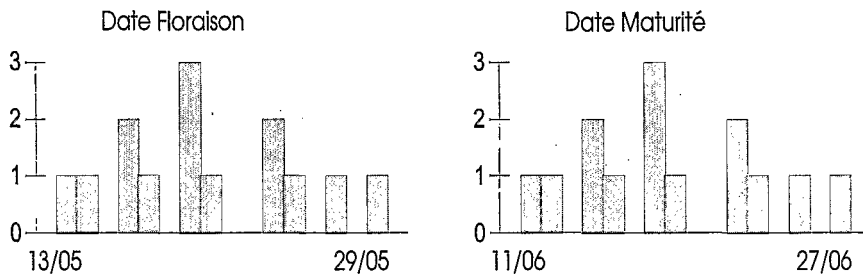
Mode de semis : DIRECT

Date de semis : 07/03

**Présentation des résultats sous forme d'un tableau**

Année	Dates		Durées en jours			Stérilité		
	Flo	Mat	S-Flo	F-Mat	S-Mat	Froid	Chaud	Total
1967	25/05	23/06	79	29	108	0.0	22.9	22.9
... / ...								
1980	14/05	12/06	68	29	97	0.0	32.7	32.7
Mini	13/05	11/06	68	29	97	0.0	11.3	15.8
Maxi	29/05	27/06	84	29	113	13.2	38.5	38.5
Moy.	20/05	18/06	75	29	104	1.6	26.1	27.7
C. V.			6.3	0.0	4.6	250.7	29.3	23.1

**Présentation des résultats sous forme d'histogrammes**



**Présentation des résultats sous forme de diagrammes de Gantt**

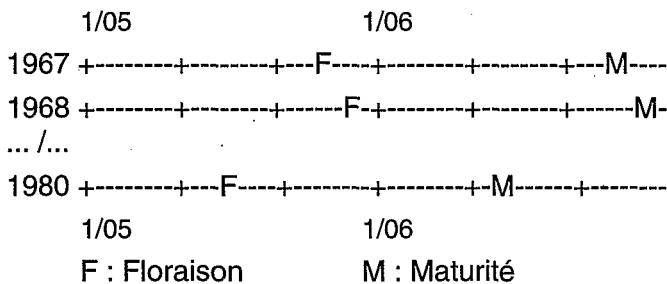


Figure 4 : présentation des résultats de la simulation

- 1) un tableau donnant pour chaque scénario les dates de floraison et de maturité, les durées semis-floraison, floraison-maturité et semis-maturité, ainsi que les taux de stérilité. Dans les dernières lignes du tableau, on trouve pour chaque colonne, moyenne, minimum, maximum et coefficient de variation.
- 2) distribution des résultats sous forme d'histogramme pour les dates des stades, les durées et les taux de stérilité.
- 3) calendrier cultural (dates de floraison et de maturité) sous forme d'un diagramme de Gantt pour chacun des scénarios simulés.

## EXEMPLES D'APPLICATIONS

### La double riziculture

Le modèle a été utilisé avec les agriculteurs des aménagements de Ntiagar et Ndiawara, où la double riziculture annuelle s'est développée depuis un à deux ans. Celle-ci comprend une campagne de saison sèche chaude, avec un semis en février-mars et une récolte en juillet, suivie d'une campagne d'hivernage avec un semis en juillet-août et une récolte effectuée habituellement en décembre-janvier. Début et fin de campagne sont liés par le rythme de développement du riz, et deux goulots d'étranglement apparaissent lors de l'enchaînement des campagnes (récolte-semis), en juillet-août et janvier-février.

Les agriculteurs, auxquels incombe aujourd'hui la gestion des aménagements hydro-agricoles, font face à plusieurs questions chronologiquement liées :

- comment choisir les variétés et dates de semis ?
- quand vidanger les parcelles avant récolte ?
- comment organiser les chantiers de récolte et de préparation du sol ?

Le modèle de développement du riz présenté ici permet de traiter la première question. La démarche de conseil adoptée cherche à stimuler la réflexion des agriculteurs autour des problèmes soulevés et de leur situation propre, plutôt qu'à leur apporter des solutions standards (Le Gal, 1993). Les interlocuteurs peuvent être des groupes, généralement de responsables, sur les aménagements collectifs, ou des chefs d'exploitation sur les aménagements privés qui tendent à se multiplier dans la vallée. L'utilisation du modèle permet d'aborder avec les agriculteurs quatre thèmes importants pour la gestion des calendriers de travaux.

### Évaluation du risque climatique

Si la variation inter-annuelle des températures est relativement faible durant la saison des pluies, il en va différemment durant la saison sèche. Pour une même variété et un même site, la longueur du cycle en saison sèche chaude peut varier de 30 jours. Le taux de stérilité peut présenter des valeurs élevées

certaines années du fait de basses températures à la méiose, réduisant ainsi fortement les rendements (Tableau 1).

Le modèle permet à l'agriculteur d'évaluer les risques entraînés par une décision donnée et de répondre à des questions du type : "compte tenu de mes choix en matière de variété et de date de semis, quel est le risque de récolter après le 10 juillet ? Et quel est le risque que le taux de stérilité dépasse 30% ?".

Variété		Aïwu		Jaya	
Date de semis		1/02	1/03	1/02	1/03
Longueur de cycle (jours)	moyenne	126	117	147	138
	mini	106	103	131	125
	maxi	146	133	166	152
Date de maturité	moyenne	7/06	26/06	28/06	17/07
	mini	18/05	12/06	12/06	4/07
	maxi	27/06	12/07	17/07	31/07
Taux de stérilité (%)	moyenne	37.3	31.1	30.2	22.0
	mini	8.0	10.3	12.3	13.4
	maxi	83.5	70.6	67.9	34.9
Probabilité que le taux de stérilité dépasse :	40%	0.42	0.18	0.12	0.00
	60%	0.15	0.09	0.06	0.00

Station météorologique : Rosso

Intervalle de simulation : 1950-1983

**Tableau 1 : longueur de cycle et taux de stérilité selon la variété et la date de semis**

La fréquence des années où apparaît l'événement redouté permet une évaluation du risque. La démarche adoptée prend en compte le niveau de risque que chaque groupe ou individu est prêt à prendre. On passe ainsi de recommandations standards à des propositions adaptées à chaque situation.

### Mélanges variétaux

Si les semis d'hivernage ne dépassent pas le 15 août, les agriculteurs enchaînent une variété de cycle court en saison sèche chaude (en général Aïwu), avec une variété de cycle moyen en hivernage (Jaya ou IR1529). Ces dernières variétés sont en effet mieux appréciés pour leur productivité au champ et à l'usinage. Mais cette pratique favorise les mélanges variétaux au sein des parcelles, une partie des grains laissés au sol par les moissonneuses-batteuses germant et levant la campagne suivante (Tableau 2). Ces mélanges entraînent des pertes de rendement par égrenage et prédation des oiseaux sur les premiè-

res panicules arrivant à maturité. Il est également difficile de programmer une date de maturité et de récolte sur des parcelles aussi hétérogènes.

Les paysans sont donc à la recherche d'une variété adaptée aux deux campagnes. Ce problème peut être renvoyé aux sélectionneurs, mais on peut également l'aborder en utilisant le modèle. On constate ainsi qu'à Rosso un semis de Jaya au 1er février, équivaut à un semis d'Aïwu au 1er mars, avec des risques liés à la stérilité du même ordre (Tableau 1). Il est alors possible de récolter Jaya dès le 1<sup>er</sup> juillet et, selon le mode d'organisation du travail adopté, de ressemer Jaya en hivernage. Cette solution suppose néanmoins que le crédit soit disponible dès janvier, ce qui n'est pas le cas aujourd'hui ; sa diffusion suppose donc une modification des procédures de la Caisse Nationale de Crédit Agricole. On voit sur cet exemple que l'intérêt d'un tel modèle n'est pas purement agro-physiologique.

précédent suivant		Ntiagar			Ndiatène		
		csc91	hiv91	csc92	csc91	hiv91	csc92
		hiv91	csc92	hiv92	hiv91	csc92	hiv92
1 seule variété	Aïwu	49	2	22	2	1	76
	Jaya	-	3	4	-	-	1
	Total	49	5	26	2	1	77
2 variétés	Aïwu - Jaya	44	4	72	97	-	16
	Jaya - Aïwu	-	89	-	-	93	-
	Autres (même cycle)	-	2	1	-	-	6
	Autres (cycles #)	7	-	1	1	6	1
	Total	51	95	74	98	99	23

**Tableau 2 : successions variétales en double culture**

(% superficie semée par campagne et village)

### Maturité à la récolte

A partir des choix variété, mode et date de semis, le modèle calcule la date à laquelle est atteinte la maturité physiologique, correspondant à une humidité d'environ 20%, pour chaque scénario climatique. Les agriculteurs attendent en général plus longtemps avant de récolter : au mieux 14 à 16% en saison sèche chaude, mais souvent beaucoup plus tardivement en hivernage. Les raisons de ce retard sont diverses : mélanges variétaux, drainage tardif de la parcelle, calage des récoltes sur les dernières parcelles semées. La plupart du paddy est alors récolté à sur-maturité, sa qualité et son rendement à l'usage pouvant alors fortement diminuer (Le Gal, travaux en cours). La comparaison entre

les sorties du modèle et les pratiques des agriculteurs, permet d'aborder ce problème en terme de gestion du calendrier de travail et de qualité du paddy.

### Connaissances agro-physiologiques

Dès leur première campagne de saison sèche chaude les agriculteurs peuvent constater, pour une même variété, un allongement du cycle par rapport à la campagne "normale" d'hivernage. Ils tentent de comprendre et d'expliquer ce phénomène, à l'aide de leurs connaissances propres : une relation avec la date tardive d'épandage des engrais est ainsi souvent avancée. L'utilisation du modèle permet de confronter ces connaissances avec celles des experts, de préciser les relations entre développement de la plante et températures de l'air et de l'eau, entre stérilité et températures à la montaison, de différencier phénomènes de croissance et de développement.

Globalement le modèle, bien que relativement simple dans sa conception et sa présentation, facilite l'apprentissage de connaissances nouvelles pour des utilisateurs divers : agriculteurs individuels ou en groupe, conseillers agricoles, *etc.* Il est également un bon outil d'initiation intellectuelle à la simulation, méthode proche du jeu où l'utilisateur construit sa réflexion autour de situations imaginaires.

Le modèle ne peut à lui seul répondre aux problèmes de gestion de calendrier de travail posés par la double culture. C'est pourquoi nous l'avons "couplé" avec un modèle simulant la dynamique de drainage des parcelles avant récolte (Dingkuhn, Le Gal et Raes, travaux en cours), et OTELO, logiciel élaboré par l'INRA-SAD et ESR pour traiter spécifiquement des problèmes d'organisation du travail (Attonaty *et al.*, 1990 ; Le Gal, 1993). Les simulations faites avec OTELO permettent de reproduire le mode d'organisation des agriculteurs pour la récolte et la mise en place de la culture suivante, puis d'évaluer l'intérêt de modifications diverses face à divers scénarios climatiques. Ces simulations débutent avec les récoltes, dont les dates de démarrage sont choisies en fonction des dates de maturité données par le modèle pour une variété et une date de semis, et des dates de portance correspondantes obtenues par le modèle "drainage". On peut alors mesurer les conséquences d'un démarrage tardif des récoltes, d'un choix variétal, d'une date de semis ou de drainage des parcelles, sur l'ensemble du calendrier de travail.

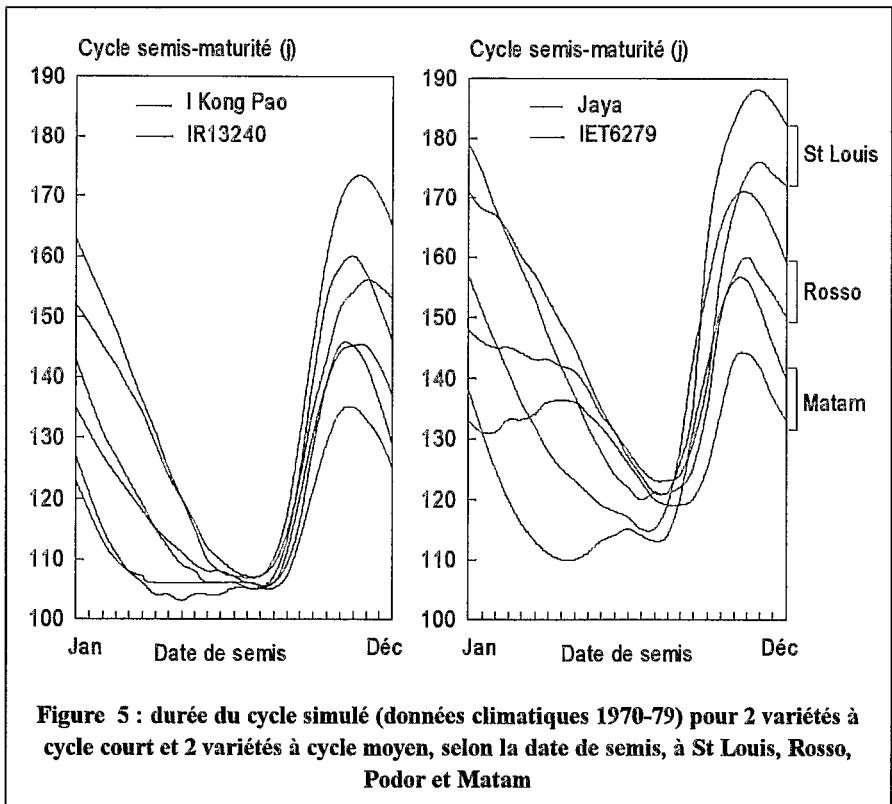
### Élaboration d'un catalogue variétal régional

Les différentes zones du Sahel où les paysans pratiquent la riziculture irriguée (nord Sénégal, nord Mali, Niger) présentent des caractéristiques de bases communes : d'une part, un climat sec, avec de fortes variations de température (dans la journée et entre les saisons), des sols pauvres et généralement lourds, et d'autre part, une production de riz qui nécessite des inputs importants. De légères différences en termes de photopériode, de démarrage et de durée de la saison fraîche, et de réponse photothermique des variétés utilisées par les

paysans, ont apparemment modelé des calendriers culturels spécifiques de chaque site. Ainsi les dates d'implantation du riz sont typiquement Février et Août dans le delta du Sénégal, décembre et juillet au nord du Mali, novembre et juin au Niger (Dingkuhn, 1994). Dans tous les cas, le choix d'une date d'implantation et/ou d'une variété inappropriées est pénalisé par une perte de rendement.

La recherche d'une plus grande flexibilité dans le choix du couple variété - calendrier est à l'origine d'un programme de sélection et de caractérisation variétales initié par l'ADRAO en 1990. Les constantes photothermiques de 49 cultivars ont ainsi été déterminées en 1991-92 sur le site de Ndiaye au Sénégal, puis validées à Niono au Mali, en même temps que le modèle de développement du riz irrigué (Dingkuhn & Miézan, 1994). Ces 49 variétés, qui constituent un catalogue préliminaire, sont toutes bien adaptées sur le plan agronomique à la région du Sahel ; 9 d'entre elles sont communément utilisées par les paysans, 5 au moins correspondent à des introductions largement testées dans le passé, et 5 font actuellement l'objet d'essais sur sites multiples.

L'utilisation du simulateur a permis de mettre en évidence des différences variétales en terme de variation de la durée du cycle selon le site et la date de semis (Figure 5).





Les sites choisis sont répartis le long du fleuve Sénégal, dans le delta et en moyenne vallée, et reflètent un gradient climatique depuis la zone côtière vers l'intérieur du pays. Les durées du cycle les plus courtes apparaissent pour les semis réalisés en juillet ; pour une variété donnée, cette durée minimale varie très peu selon le site. Les durées maximales sont obtenues pour les semis d'octobre-novembre ; elles sont plus longues d'environ 25 jours à Saint-Louis qu'à Matam.

La variété IR13240 comparée à IKP, deux variétés à cycle court et insensibles à la photopériode, offre l'avantage, en plus d'une meilleure qualité du grain, d'avoir un cycle légèrement plus court pour une campagne précoce en contre saison chaude (semis fin janvier - début février) ou tardive en hivernage (semis fin août).

			St Louis		Rosso		Podor		Matam	
			SD	RP	SD	RP	SD	RP	SD	RP
cycle moyen	JAYA	1/08	6	22	0	9	0	0	0	4
		15/08	35	62	24	43	10	27	15	24
		1/09	79	91	71	82	53	75	55	67
	IET6279	1/08	3	13	1	10	0	2	0	8
		15/08	23	40	21	29	10	21	16	26
		1/09	57	72	45	70	36	60	37	58
cycle court	IKP	1/08	0	1	0	0	0	0	0	0
		15/08	10	30	8	21	1	12	2	17
		1/09	60	76	46	68	31	53	29	54
	IR13240	1/08	0	0	0	0	0	0	0	0
		15/08	10	26	6	22	0	9	1	15
		1/09	51	70	36	59	24	46	25	45
cycle très court	AIWU	1/08	0	0	0	0	0	0	0	0
		15/08	1	10	0	8	0	1	0	4
		1/09	29	56	21	38	11	28	18	26
	IR39357	1/08	0	0	0	0	0	0	0	0
		15/08	2	10	0	8	0	1	0	3
		1/09	25	47	22	36	11	25	18	27

SD : Semis Direct ; RP : Repiquage

**Tableau 3 : moyennes sur 10 ans (1970-1979) du taux de stérilité dû au froid simulé pour 6 cultivars (cycle moyen, court, très court), selon le mode de semis (direct ou repiquage), la date de semis (1/08, 15/08, 1/09), le site (St Louis, Rosso, Podor, Matam)**

JAYA et IET6279 sont toutes deux des variétés à cycle moyen, mais la première n'est pas sensible à la photopériode et la seconde l'est. Leur comparaison montre que la durée du cycle d'IET6279 présente une relative stabilité à Rosso et Matam pour des semis de janvier à mai, due à une mutuelle neutralisation des sensibilités à la température et à la photopériode (croissance des températures et de la durée du jour). Ainsi, la durée du cycle d'IET6279 est sensiblement plus courte que celle de JAYA pour les semis tardifs en hivernage à cause de la décroissance de la photopériode. La sensibilité à la photopériode est donc potentiellement un élément intéressant vis à vis de la flexibilité des calendriers cultureux, et mérite de futurs approfondissements.

Le tableau 3 présente les taux moyens de stérilité due au froid (en pourcentage du nombre total d'épillets) obtenu par simulation sur 10 ans à Saint-Louis, Rosso, Podor et Matam pour 6 variétés. Il indique que les risques induits par un semis tardif en hivernage dépendent fortement de la variété, du site et du mode de semis. En règle générale, l'implantation tardive et/ou la proximité de la zone côtière requièrent des variétés de cycle court pour échapper à la stérilité provoquée par les basses températures.

Le repiquage, par un léger allongement de la durée du cycle, conduit à un taux de stérilité beaucoup plus fort que le semis direct. De même, de petites différences variétales dans la durée du cycle sont amplifiées en fin d'hivernage : lorsque le stade reproductif est atteint en période fraîche, le cycle est retardé ce qui accroît encore le risque de stérilité des épillets. De nouveau IET6279, comparée à JAYA, présente de meilleurs résultats : sa sensibilité à la photopériode accélère son cycle de développement pendant une saison où la durée du jour décroît.

## CONCLUSION

RIDEV, une fois totalement validé pour l'ensemble du Sahel, sera mis à la disposition des utilisateurs potentiels que sont les Programmes Nationaux de Recherche Agricole, les programmes de développement et de vulgarisation de la riziculture, ainsi que les coopératives et groupements paysans. Ses applications, en conjonction avec un catalogue variétal pourront concerner différentes démarches :

L'analyse des résultats des simulations permet d'aborder les connaissances agro-physiologiques sous-jacentes. L'utilisation de RIDEV pour la formation du personnel de recherche ou des sociétés de développement constitue ainsi une voie intéressante.

La simulation directe permet d'éliminer du catalogue certaines combinaisons "variété-calendrier" selon le site, ou au contraire d'en identifier certaines. Celles-ci devront évidemment être testées en station avant d'être diffusées. La simulation devient ainsi un instrument exploratoire pour l'expérimentation.

Les résultats obtenus par RIDEV peuvent être incorporés dans des modèles plus généraux comme OTELO, ou des modèles d'élaboration du rendement (travaux en cours). Ces outils permettent d'analyser les conséquences des pratiques, et de concevoir avec les paysans et les acteurs du développement de nouveaux modes de conduite qui prennent en compte les contraintes de la production (Aubry *et al.*, 1992).

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- ADRAO, 1993. Annual Report for 1992. *ADRAO, 01 B.P. 2551 Bouaké, Côte d'Ivoire. pp. 12-22.*
- ADRAO, 1994. Annual Report for 1992. *ADRAO, 01 B.P. 2551 Bouaké, Côte d'Ivoire, à paraître.*
- Alocija R.B., Cervantes E.B., Haws L.D., 1981. A continuous rice production system... the rice garden. *International Rice Research Institute, P.O. Box 933, Manila, Philippines. 16 p.*
- Attonaty J.M., Chatelin M.H., Poussin J.C., Soler L.G., 1990. Un simulateur à base de connaissance pour raisonner équipement et organisation du travail en agriculture. In *"Economics and Artificial Intelligence"*. Paris, ed. P. Bourguin and B. Walliser, pp. 291-297.
- Aubry M.C., Chatelin M.H., Poussin J.C., Attonaty J.M., Masse J., Meynard J.M., Gérard C., Robert D., 1992. DECIBLE : a decision support system for wheat management. *4<sup>ème</sup> Congrès International d'Informatique Agricole. Versailles. Juin 1992*
- Dingkuhn M., 1992. Physiological and ecological basis of varietal rice crop duration in the Sahel. In *"Annual Report for 1991"*. *ADRAO, 01 B.P. 2551 Bouaké, Côte d'Ivoire. pp. 12-22.*
- Dingkuhn M., Sow A., Samb A., Asch F., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel (Part I). Photothermal response of flowering and interactions with microclimate. *Agricultural Systems, à paraître.*
- Dingkuhn M., Miézan K.M., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel (Part II). Model validation and simulation-based characterization of the varietal spectrum present in the Sahel. *Agricultural Systems, à paraître.*
- Dingkuhn M., 1994. Climatic determinants of irrigated rice performance in the Sahel (Part III). Characterizing environments by simulating the crop's photothermal responses. *Agricultural Systems, à paraître.*
- Le Gal P.Y., 1993. Processus de décision et innovation : l'exemple de la double riziculture irriguée dans le Delta du fleuve Sénégal. *Communication au Séminaire CIRAD - INRA - ORSTOM "Innovations et Sociétés", 13-16 septembre 1993, Montpellier (FRANCE).*
- Munier B., 1989. Calcul économique et révision de la théorie de la décision en avenir risqué. *Revue d'Economie Politique, Vol. 99, n°2, pp. 276-306.*
- Nishimaya I., 1984. Climatic influence on pollen formation and fertilization. In *"Biology of Rice"*. Ed. Tsumoda S. and Takashahi N. Elsevier, Amsterdam - Oxford - New York - Tokio. pp. 153-171.

□ Penning de Vries F.W.T., Jansen D.M., Ten Berge H.F.M., Bakema A., 1989. Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. *PUDOC Wageningen, Netherlands*. 291 p.

□ Summerfield R.J., Collinson S.T., Ellis R.H., Roberts E.H., Penning de Vries F.W.T.. 1992. Photothermal responses of flowering in rice (*Oryza sativa*). *Annals of Botany*, 69, pp. 101-112.

□ Vergera B.S., Chang T.T., 1985. The flowering response of the rice plant to photoperiod. A review of the literature. *Fourth edition. International Rice Research Institute, P.O. Box 933, Manila, Philipines*. 61 p.

□ Yoshida S., 1981. Fundamentals of rice crop science. International Rice Research Institute, P.O. Box 933, Manila, Philipines. 269 p.

□ □ □

# Fonctions de production, isoquantes et doses optimales d'azote, de phosphore et de potassium pour quelques cultures dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal

□ □ □

J. P. Ndiaye\* et B. Barry\*\*

\* Pédologue, ISRA Saint-Louis, B.P. 240, Sénégal

\*\* Hydraulicien, ISRA Djibélor, B.P. 93, Sénégal

La recherche d'une formule de fumure minérale optimale exige que l'on tienne compte d'un certain nombre de facteurs dont les principaux sont :

- le milieu : sol et climat ;
- la plante cultivée ;
- l'engrais utilisé et son mode d'apport.

L'approche technique du problème de la mise au point d'une formule de fumure minérale optimale pour accroître le rendement, se double d'une préoccupation économique, visant la réalisation d'un bénéfice. La recherche d'une telle formule est donc un problème suffisamment complexe pour qu'on l'étudie sous tous ses aspects. Il faudrait, par exemple, qu'un essai de fumure NPK envisage toutes les combinaisons possibles entre les trois éléments nutritifs, afin que l'on ait la certitude que la plus favorable n'a pas été omise. Cependant, ce nombre est pratiquement illimité et par conséquent, il est nécessaire de n'en retenir qu'un certain nombre d'entre elles. Ceci pose le problème du choix des niveaux de chacun des éléments N, P et K, de leurs combinaisons et de leur répartition dans un espace factoriel.

La connaissance des facteurs limitants à un moment donné peut aboutir à préconiser des fumures complètes. Ceci peut se justifier dans certaines conditions où il faut n'engager que des dépenses présumées devoir être les plus génératrices de revenus, mais cela équivaut à exploiter les stocks des autres éléments dont certains ne sont pas reconstitués naturellement au rythme d'une utilisation accrue par la levée des premiers prélèvements (Garaudeaux. 1973). Dans le cas général, la fumure doit, plus ou moins rapidement, perdre son

caractère correctif des déficiences du sol en phosphore et en potassium, pour acquérir celui de complément à ce qui peut être fourni par le sol.

Dès lors, le problème n'est plus de savoir quels éléments on doit incorporer dans la fumure, mais bien de définir les quantités de chacun d'eux qu'il est économiquement raisonnable d'apporter (Garaudeaux, 1973).

L'emploi de la fumure minérale est une des pratiques les plus puissantes pour augmenter les rendements des cultures. Cela est généralement reconnu. La formule de fumure minérale N120 P60 K60 actuellement recommandée dans la vallée du fleuve Sénégal a été mise au point bien avant la mise en service des barrages de Diama et Manantali qui, avec la maîtrise de l'eau, crée des nouvelles conditions de culture. De plus on constate une certaine dérive de la part des agriculteurs dans l'application des recommandations de la recherche agronomique en matière de fertilisation. En effet certains critères tels la disponibilité financière, le coût des engrais, le rendement espéré *etc.*, qui ne sont pas toujours pris en compte dans les conseils de fumure actuels, sont déterminants dans le processus de décision de l'agriculteur en matière de fertilisation.

Les recherches dont nous présentons les résultats avaient pour objectif d'étudier la réponse de certaines cultures à différents équilibres d'azote, de phosphore et de potassium dans les conditions pédoclimatiques de la moyenne vallée du fleuve Sénégal afin de définir des formules d'engrais économiquement rentables.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Dispositif expérimental

L'arrangement composé rotatif central (Box and Hunter, 1957) a été utilisé dans les différents essais, pour déterminer les différents équilibres d'azote, de phosphore et de potassium à tester.

Cet arrangement est basé sur l'hypothèse selon laquelle la relation fonctionnelle entre rendement et niveaux des facteurs (NPK) mis à l'étude peut être adéquatement décrite par un polynôme du second degré. Le dispositif utilise 15 combinaisons de NPK qui sont présentées dans le tableau 1 sous forme de codes. Les huit premiers traitements du tableau 1 forment  $2^k$  factoriel, les points étant situés aux arrêtes (sommets) d'un cube. Le neuvième traitement se trouve au centre du cube et les six traitements restants sont à des distances de  $\pm a$  unités le long des axes du cube.

Il convient de noter que dans cet arrangement, le traitement au centre du cube dont les coordonnées sont (0.0.0.) est répété 6 fois. Par ailleurs, chaque facteur étudié (NPK) comprend 5 niveaux.

Le caractère rotatif de l'arrangement provient de la restriction imposée sur la valeur de  $a$ . En effet,  $a$  doit être égal à  $2^{m/4}$ , où  $m$  est le nombre de facteurs

étudiés, en l'occurrence N, P et K. Enfin le nombre de points choisis au centre du dispositif a une incidence sur la précision de l'estimation du rendement par la surface de réponse au centre ou au voisinage de celui-ci. Pour cela, ce nombre de points (répétitions) est déterminé de telle sorte que l'erreur standard soit la même pour les points situés à une distance d'une unité du centre du dispositif.

Pour calculer les niveaux des différents facteurs nous avons fait l'hypothèse d'une relation linéaire entre les coefficients du tableau 1 et les niveaux N, P, et K de la forme suivante :

$$D = a + bx$$

où D = niveau (dose) de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou K<sub>2</sub>O en kg/ha ; a et b sont choisis de telle sorte que la droite passe par les deux points représentés par les deux niveaux extrêmes de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou K<sub>2</sub>O. Les valeurs extrêmes suivantes de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O ont été choisies :

$$N = 0 \text{ et } 300 \text{ kg/ha}$$

$$P_2O_5 = 0 \text{ et } 150 \text{ kg/ha}$$

$$K_2O = 0 \text{ et } 150 \text{ kg/ha}$$

Les deux coefficients correspondant respectivement à ces deux valeurs extrêmes sont :

$$-a = -2^{3/4} = -1.682 \text{ et } +a = +2^{3/4} = +1.682$$

Ainsi les relations entre les coefficients du tableau 1 et les doses de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O sont les suivantes :

$$N \text{ (kg/ha)} = 150 + 89.28 X_1$$

$$P_2O_5 \text{ (kg/ha)} = 75 + 44.64 X_2$$

$$K_2O \text{ (kg/ha)} = 75 + 44.64 X_3$$

Il convient de noter qu'un essai factoriel complet avec 3 niveaux d'azote de phosphore et de potassium comprendrait 3<sup>3</sup>, soit 27 traitements.

### Étude des équilibres NPK sur maïs

L'étude a été conduite durant la contre-saison froide 1989/1990 à la station expérimentale de Fanaye de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. L'étude a été réalisée sur un sol hydromorphe peu humifère à gley salé en profondeur sur limon argileux (*foonde waka*, selon la nomenclature *toucouleur*). Les différents équilibres NPK mis à l'étude sont consignés dans le tableau 1.

L'essai a été réalisé sur des parcelles de 18 m x 24 m. Après un travail du sol réalisé à l'offset sur une profondeur de 7 à 10 cm, l'engrais de fond (NPK) a

été apporté respectivement sous forme d'urée (25% de la dose totale de N), de supertriple (100% de la dose totale de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et de chlorure de potassium (100% de la dose totale de K<sub>2</sub>O).

N° traitement	Echelle codifiée			Doses d'éléments fertilisants (kg/ha)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	-1	-1	-1	60	30	30
2	1	-1	-1	240	30	30
3	-1	1	-1	60	120	30
4	1	1	-1	240	120	30
5	-1	-1	1	60	30	120
6	1	-1	1	240	30	120
7	-1	1	1	60	120	120
8	1	1	1	240	120	120
9	-1.682	0	0	0	75	75
10	1.682	0	0	300	75	75
11	0	-1.682	0	150	0	75
12	0	-1.682	0	150	150	75
13	0	0	-1.682	150	75	0
14	0	0	-1.682	150	75	150
15	0	0	0	150	75	75
16	0	0	0	150	75	75
17	0	0	0	150	75	75
18	0	0	0	150	75	75
19	0	0	0	150	75	75
20	0	0	0	150	75	75

**Tableau 1 : équilibres NPK dans un arrangement composé rotatif central (cultures : riz, maïs, sorgho)**

Le semis a été réalisé le 25 novembre 1989 en poquets de 3 graines à 80 cm x 25 cm à une profondeur de 2 - 4 cm. La variété Early Thai a été utilisée comme plant-test.

Au stade 4 - 5 feuilles, les poquets ont été démarriés à 1 pied par poquet. Le premier apport d'urée en couverture (50% de la dose totale) a été effectué au stade montaison et le second apport (25% de la dose totale) à la floraison mâle. La périodicité d'irrigation gravitaire était en moyenne de 7 jours. C'est ainsi que du semis à la récolte, 13 irrigations ont été effectuées. La récolte a



été réalisée le 25 Mars 1990 sur les deux lignes centrales, puis les rendements ramenés à l'hectare au taux d'humidité de 15,5%.

Durant l'hivernage 1990, l'essai a été reconduit sur les mêmes parcelles avec le même dispositif.

### Etude des équilibres NPK sur riz

L'étude a été initiée en hivernage 1990 à la station expérimentale de Fanaye et s'est poursuivie sur les mêmes parcelles jusqu'en hivernage 1992.

Durant l'hivernage 1990, les essais ont été réalisés sur un vertisol topomorphe (à drainage externe nul) non grumosolique à caractères de salure à moyenne profondeur sur argile de décantation (Sonko, 1973). Deux variétés de riz ont été testées sur ce type de sol : I Kong Pao et Jaya. Les équilibres NPK mis à l'étude sont consignés dans le tableau 1. Les dimensions des parcelles élémentaires étaient de 5 m x 5 m. Après un travail du sol à l'offset sur une profondeur de 7 à 10 cm, l'engrais de fond (NPK) a été apporté respectivement sous forme d'urée (50% de la dose totale de N), de supertriple (100% de la dose totale de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et de chlorure de potassium (100% de la dose totale de K<sub>2</sub>O). Deux apports d'urée en couverture ont été effectués au tallage (25% de la dose totale de N) et à l'initiation paniculaire (25% de la dose totale de N). Une lame d'eau de 5 à 10 cm a été maintenue au cours des essais avec de fréquentes vidanges.

A la récolte, les rendements en grain et en paille ont été déterminés sur une superficie de 16 m<sup>2</sup> puis ramenés à l'hectare au taux d'humidité de 14%. Certaines composantes du rendement ont également été déterminées : nombre de talles fertiles, nombre d'épillets par panicule, poids de 1 000 grains.

Ces essais ont été reconduits sur les mêmes parcelles avec le même dispositif en hivernage 1991, durant la contre-saison chaude 1992 et en hivernage 1992.

### Etude des équilibres NPK sur sorgho

Cet essai a été implanté sur un sol hydromorphe peu humifère à gley salé en profondeur sur limon argileux (*foonde waka*). Les équilibres d'azote de phosphore et de potassium testés sont présentés dans le tableau 1.

Les dimensions des parcelles expérimentales étaient de 18 m x 4 m. Le travail du sol a été réalisé à l'offset sur une profondeur de 7 à 10 cm. Le semis en poquets espacés de 25 cm a été réalisé sur des billons distants de 80 cm. L'engrais de fond (NPK) a été apporté respectivement sous forme d'urée (1/3 de la dose totale de N), de supertriple (100% de la dose totale de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et de chlorure de potassium (100% de la dose totale de K<sub>2</sub>O).

Après le démariage à un pied par poquet, le premier apport d'urée en couverture a été effectué (1/3 de la dose totale de N). Le deuxième apport d'urée en couverture (1/3 de la dose totale de N) a été réalisé au stade épiaison.

Le contrôle de l'enherbement s'est fait grâce à des sarclo-binages. La variété CE 151-262 a été utilisée comme plante-test. La périodicité de l'irrigation gravitaire était en moyenne de 7 jours. A la récolte, les rendements en grain et en paille ont été déterminés puis ramenés à l'hectare aux taux de 14%.

### Analyse de variance

L'analyse de variance a été effectuée sur les rendements obtenus dans chaque essai.

L'analyse de variance d'un arrangement composé rotatif central est la suivante (Cochran and Cox, 1957) :

Source de Variation	dl
Linéaire	K
Quadratique	$K(K + 1)/2$
Ecart à la Régression	$n_2 - (K + 3)/2$
Résiduelle	$n_1 - 1$
Total	$n_1 + n_2 - 1$

où  $n_1$  est le nombre de répétitions du point central,  $n_2$  est le nombre de points extérieurs ( $2K + 2^K$ ), K est le nombre de facteurs.

### Analyse de régression

L'analyse de régression multiple a permis d'ajuster les rendements à un polynôme de second degré (surface de réponse) :

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{22} x_1^2 + b_{22} x_2^2 + b_{33} x_3^2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 \quad (5)$$

où y est le rendement calculé ;  $x_1$ ,  $x_2$  et  $x_3$  sont respectivement les doses d'azote, de phosphore et de potassium exprimées sous forme de codes variant entre + 1.682 et - 1.682 et consignés dans le tableau 1 ;  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$ ,  $b_{11}$ ,  $b_{22}$ ,  $b_{33}$ ,  $b_{12}$ ,  $b_{13}$  et  $b_{23}$  sont les coefficients de régression. Le coefficient  $b_0$  représente le rendement au centre du dispositif pour des valeurs de  $x_1 = 0$ ,  $x_2 = 0$  et  $x_3 = 0$ .

Tous les coefficients de régression ont été retenus dans la surface de réponse, même dans le cas où ils ne sont pas statistiquement différents de zéro (seuil de probabilité de 5%). En effet, selon Box (1954), il n'est pas recommandé de supprimer du polynôme de second degré des coefficients non significatifs sur la base du test de Student. En effet, il est très improbable a priori que la valeur d'un coefficient de régression soit exactement égale à zéro. Supprimer des coefficients non significatifs équivaldrait à remplacer une estimation non biaisée et de très faible variance, par une estimation (zéro) qui n'a aucune de ces propriétés. La meilleure estimation n'est-elle pas celle fournie par les données ?

## Analyse économique

L'équation (5) est une fonction de production qui relie les facteurs de production (N, P, K) au rendement de la culture. Deux données ou rapports ont ici une importance majeure (Ndiaye, 1988).

La première est le rapport entre l'accroissement de la quantité produite et la quantité de facteurs de production consommée, c'est-à-dire la productivité marginale de l'engrais. La seconde est le rapport de prix de l'engrais ( $P_x$ ) rapporté au prix du produit ( $P_y$ ). L'utilisation de la fonction de production (Equation 5) permet donc un calcul économique dont l'objectif principal est de déterminer les doses de N,  $P_2O_5$  et  $K_2O$  qui procurent le maximum de profit. Pour y arriver, il est nécessaire de considérer les dérivées partielles de l'équation (5) par rapport à  $x_1$ ,  $x_2$  et  $x_3$ , c'est-à-dire le produit marginal qui est le rapport de la variation de rendement à la variation du facteur de production

$$dy/dx_1 = b_1 + 2 b_{11} x_1 + b_{12} x_2 + b_{13} x_3 \quad (6)$$

$$dy/dx_2 = b_2 + b_{12} x_1 + 2 b_{22} x_2 + b_3 x_3 \quad (7)$$

$$dy/dx_3 = b_3 + b_{13} x_1 + b_{23} x_2 + 2 b_{33} x_3 \quad (8)$$

Cas d'une trésorerie suffisante :

Dans le cas où l'agriculteur dispose d'une trésorerie suffisante, le maximum de profit est obtenu en égalant le produit marginal au rapport de prix facteur/produit :

$$b_1 + 2 b_{11} x_1 + b_{12} x_2 + b_{13} x_3 = P_n/P_y \quad (9)$$

$$b_2 + b_{12} x_1 + 2 b_{22} x_2 + b_3 x_3 = P_p/P_y \quad (10)$$

$$b_3 + b_{13} x_1 + b_{23} x_2 + 2 b_{33} x_3 = P_k/P_y \quad (11)$$

où  $P_n$ ,  $P_p$  et  $P_k$  sont respectivement le prix d'une unité d'azote, de phosphore et de potassium et  $P_y$  est le prix d'une unité du produit récolté. En résolvant simultanément les équations (9), (10) et (11) on obtient les doses optimales (sous formes de codes) d'azote, de phosphore et de potassium à recommander à l'agriculteur et qui correspondent au maximum de profit.

Cas d'une trésorerie limitée :

Dans le cas d'une trésorerie limitée on peut obtenir l'optimum par d'autres formules, par exemple, en posant l'équation de profit (Heady, 1962) :

$$\pi = P_y Y - P_n x_1 - P_p x_2 - P_k x_3 \quad (12)$$

où  $\pi$  est le profit en valeur et Y est la fonction de production (Equation 5).

Pour tenir compte de la trésorerie dont dispose l'agriculteur, il convient d'employer les multiplicateurs de Lagrange pour introduire la restriction que la

somme consacrée aux trois ressources (N, P, K) ne peut dépasser les disponibilités :

$$P_n N + P_p P + P_k K = Q \quad (13)$$

où N, P et K sont les doses d'azote, de phosphore et de potassium dont les relations avec les codes sont données respectivement par les équations (2), (3) et (4).

Après avoir réarrangé l'équation (13) on la multiplie par le multiplicateur de Lagrange ( $\lambda$ ) et on l'ajoute à l'équation de profit (13) :

$$\pi = P_y Y - P_n x_1 - P_p x_2 - P_k x_3 + \lambda [ P_n (150 + 89.28 x_1) + P_p (75 + 44.64 x_2) + P_k (75 + 44.64 x_3) - Q ] \quad (14)$$

On peut prendre les dérivées partielles de  $\pi$  par rapport à  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  et ( $\lambda$ ) :

$$d\pi/dx_1 = P_y [ b_1 + 2 b_{11} x_1 + b_{12} x_2 + b_{13} x_3 ] - P_n + \lambda P_n (89.28) \quad (15)$$

$$d\pi/dx_2 = P_y [ b_2 + b_{12} x_1 + 2 b_{22} x_2 + b_{23} x_3 ] - P_p + P_p (44.64) \quad (16)$$

$$d\pi/dx_3 = P_y [ b_3 + b_{13} x_1 + b_{23} x_2 + 2 b_{33} x_3 ] - P_k + P_k (44.64) \quad (17)$$

$$d\pi/d\lambda = 89.28 P_n x_1 + 150 P_n + 44.64 P_p x_2 + 75 P_p + 44.64 P_k x_3 + 75 P_k - Q \quad (18)$$

En posant les dérivées partielles égales à zéro et en résolvant simultanément le système d'équations ainsi obtenues, on peut déterminer les doses de N,  $P_2O_5$  et  $K_2O$  qui correspondent à la combinaison de facteurs qui assurera le profit maximum dans la limite des fonds disponibles.

La valeur du multiplicateur de Lagrange ( $\lambda$ ) montre l'effet sur la fonction de production d'un changement d'une unité de la constante Q (trésorerie disponible).

Il est intéressant de former l'équation des isoquantes ("iso" = égal et "quant" = quantité), c'est-à-dire la relation donnant toutes les combinaisons d'éléments fertilisants (N,P,K) qui correspondent à un rendement donné. En effet, on peut imaginer qu'une fois trouvée la surface de réponse, on la coupe par des plans parallèles au plan de base des fumures, déterminant ainsi sur cette surface des courbes d'égal rendement. L'équation des isoquantes est tirée de la fonction de production (Equation 1) en égalant le rendement (Y) à une constante et en exprimant l'un des facteurs (par exemple  $x_1$ ) en fonction des autres. Cette équation est de la forme :

$$x_1 = [ - b \pm (b^2 - 4 ac)^{1/2} ] / 2a \quad (19)$$

où

$$b = b_1 + b_{12} x_2 + b_{13} x_3, \quad a = b_{11}, \quad c = b_{22} x_2 + b_{23} x_2 x_3 + b_{33} x_3^2 + b_3 x_3 + b_0 - Y$$

On peut donc obtenir toute une famille de ces isoquantes en donnant à Y dans l'équation des isoquantes de rendement ainsi qu'à  $x_2$  et  $x_3$  différentes valeurs.

Ce faisant on s'aperçoit que l'expérience conduit à la constatation qu'un même rendement peut s'obtenir avec une série de fumures très différentes. Il ne fait guère de doute que ce fait explique en partie, pourquoi des formules d'engrais complets, assez souvent employées sans discernement technique, ont, sur le plan des rendements physiques, des résultats suffisants pour soutenir leur emploi croissant. Cependant, il en va différemment du point de vue économique. En effet, les éléments nutritifs ne se remplacent pas poids par poids.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### Caractérisation des sols

Les caractéristiques des sols utilisés dans ces essais sont consignés dans le tableau 2.

Type de sol	CE ( $10^{-3}$ mS/cm) extrait 1/5	PH Susp. 1/25		Arg (%)	Lim (%)	Sab (%)	C (‰)	N (‰)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> total (‰)
		H <sub>2</sub> O	KCl						
<i>Hollalde balere</i>	40	6.6	4.6	57.0	33.4	9.0	3.45	0.34	0.36
<i>Faux hollalde</i>	713	5.3	4.3	38.5	41.4	19.4	4.50	0.44	0.38
<i>Foonde waka</i>	117	6.6	4.8	38.0	33.6	27.7	3.72	0.33	0.32

Type de sol	Complexe adsorbant (me/100g)						S/T x 100
	Ca	Mg	Na	K	S	T	
<i>Hollalde balere</i>	11.5	10.2	0.48	0.49	22.67	29.6	77
<i>Faux hollalde</i>	6.8	9.3	2.14	0.22	18.46	20.2	91
<i>Foonde waka</i>	7.5	9.9	1.48	0.20	19.08	20.80	92

**Tableau 2 : quelques caractéristiques des sols (horizon 0 - 40 cm)**

Le sol *hollalde-balere* a une texture très fine (argileuse) et homogène tout au long du profil. La structure est prismatique en surface et massive en profondeur. La seule porosité apparente dans ce sol est représentée par les fentes de retrait et les fissures (macroporosité) en saison sèche. Du fait de sa structure large et grossière, de sa porosité et perméabilité faibles, ce sol a une fertilité potentielle physique moyenne à médiocre.

Ce sol est assez pauvre en matière organique (environ 1%), qui est néanmoins bien évoluée (C/N = 9). Les réserves en phosphore total sont moyennes (0,36% soit 360 ppm). Elles sont susceptibles d'être mobilisables par les plantes (riz) du fait de la submersion qui augmente la solubilité des phosphates, notamment les phosphates de fer.

Quant à la salure, elle ne concerne que les horizons profonds où on enregistre des conductivités qui varient entre 695 et  $1\ 200 \cdot 10^{-3}$  mS/cm. Cette salinité est du type sulfato-sodique.

Le sol est bien pourvu en bases échangeables avec une nette dominance du calcium et du magnésium. Cette teneur élevée en Mg a une incidence défavorable sur les propriétés structurales. La teneur en potassium est correcte bien que des phénomènes de fixation (rétention) du potassium ne soient pas à exclure dans ce type de sol. La capacité d'échange cationique (CEC) est de l'ordre de 30 me/100 g et le taux de saturation est relativement élevé.

Le sol faux *hollalde* ou *hollalde-waka* a une texture fine argilo-limoneuse. La structure est relativement bonne en surface mais tend à devenir massive en profondeur en raison de l'augmentation du taux d'argile en profondeur et de l'incidence défavorable de certains cations du complexe absorbant (le magnésium et le sodium en particulier). La perméabilité de ce sol est très faible. Du point de vue chimique il convient de noter que ce sol est pauvre en matière organique et en azote total. Les réserves en phosphore sont de l'ordre de 380 ppm. Ce sol est bien pourvu en bases échangeables, le calcium et le magnésium étant les plus importants. Le taux de saturation est très élevé. La salure concerne les horizons profonds. La conductivité électrique varie de 1 500 à  $2\ 200 \cdot 10^{-3}$  mS/cm.

Le sol *foonde waka* a une texture limono-argileuse en surface. L'horizon de surface a une structure polyédrique, celle-ci devient massive en profondeur. La porosité de ce sol diminue très rapidement avec la profondeur. La fertilité potentielle physique de ce sol est moyenne à médiocre. Du point de vue chimique, ce sol est naturellement pauvre en matière organique (moins de 1%). La teneur en phosphore total est de 320 ppm. Le sol est bien pourvu en bases échangeables, la teneur en magnésium échangeable très élevée explique en partie les propriétés structurales très défavorables de ce sol. Le taux de saturation est de 92%. La salure concerne les horizons profonds. Cette salinité est du type sulfato-sodique.

### Réponse du maïs aux équilibres NPK

L'analyse de variance effectuée sur les rendements a mis en évidence un effet linéaire et quadratique statistiquement significatif au seuil de probabilité de 5%. Le coefficient de variation de l'essai est de 8.32%.

#### Analyse de régression

L'ajustement de rendements au polynôme de second degré (Equation 5) a donné les résultats suivants :

$$\begin{aligned}
 Y = & 3917.30 + 388.15 x_1 + 116.09 x_2 + 132.07 x_3 \\
 & - 403.22 x_1^2 + 48.71 x_2^2 - 103.98 x_3^2 + 164.00 x_1 x_2 \\
 & - 10.5 x_1 x_3 + 257.75 x_2 x_3
 \end{aligned} \tag{20}$$

L'examen des coefficients de régression montre une plus forte réponse à l'azote, suivi de potassium. Ce fait est à mettre en rapport avec la pauvreté du sol tant en matière organique qu'en azote total, mais également avec la faiblesse des teneurs en potassium échangeable (0.2 me/100 g).

Le coefficient de détermination ( $R = 0.797$ ) indique que 79.70% de la variation du rendement sont expliqués par le polynôme de second degré (surface de réponse). D'autres facteurs de l'environnement (fertilité intrinsèque du sol, etc.) peuvent être crédités de 20,30% de la variation de rendement.

En prenant les dérivés partielles par rapport à  $x_1$ ,  $x_2$  et  $x_3$  et en les posant égales à zéro, on peut obtenir les valeurs de  $x_1$ ,  $x_2$  et  $x_3$  qui procurent le rendement maximum en résolvant simultanément le système d'équations ainsi obtenues. Le rendement maximum de 3926 kg/ha est obtenu avec  $x_1 = 0.33$ ,

$$x_2 = - 0.46 \text{ et } x_3 = - 0.36$$

ce qui correspond à 179 kg N/ha, 54 kg  $P_2O_5$  et 59 kg  $K_2O$ /ha.

### Analyse économique

Cas d'une trésorerie suffisante :

Dans le cas où l'agriculteur dispose d'une trésorerie suffisante, l'optimum économique est obtenu avec les combinaisons suivantes :

$$N = 179 \text{ kg/ha, } P_2O_5 = 40 \text{ kg/ha, } K_2O = 59 \text{ kg/ha}$$

Au prix de 130 F/kg N, 200 F/kg  $P_2O_5$  et 143 F/kg  $K_2O$  cela représente un investissement de 39 662 F CFA par hectare. Le rendement espéré avec ces combinaisons d'azote, de phosphore et de potassium est de 3 911 kg/ha et le bénéfice net serait de 351 445 F CFA si le maïs est vendu à 100 F/kg.

Cas d'une trésorerie limitée :

Si l'agriculteur dispose d'un capital limité le calcul aboutit aux résultats suivants :

$Q = 35\ 000 \text{ F CFA}$	$Q = 30\ 000 \text{ F CFA}$
$N = 185 \text{ kg/ha}$	$N = 191 \text{ kg/ha}$
$P_2O_5 = 20 \text{ kg/ha}$	$P_2O_5 = 0 \text{ kg/ha}$
$K_2O = 48 \text{ kg/ha}$	$K_2O = 37 \text{ kg/ha}$
$\lambda = 1.06$	$\lambda = 2.17$

On constate que plus la trésorerie de l'agriculteur diminue, moins il doit apporter de phosphore et de potassium.

Isoquantes de rendement :

Les courbes isoquantes de rendement sont présentées sur la figure 1 pour des quantités de potassium fixes. Elles montrent les combinaisons d'azote et de phosphore susceptibles de produire des rendements donnés. On constate qu'à

mesure que le rendement augmente le nombre de combinaisons d'azote et de phosphore susceptibles de procurer un rendement donné avec une dose de potassium fixe diminuent sensiblement. La pente des isoquantes change notablement quand on accroît le niveau de rendement.

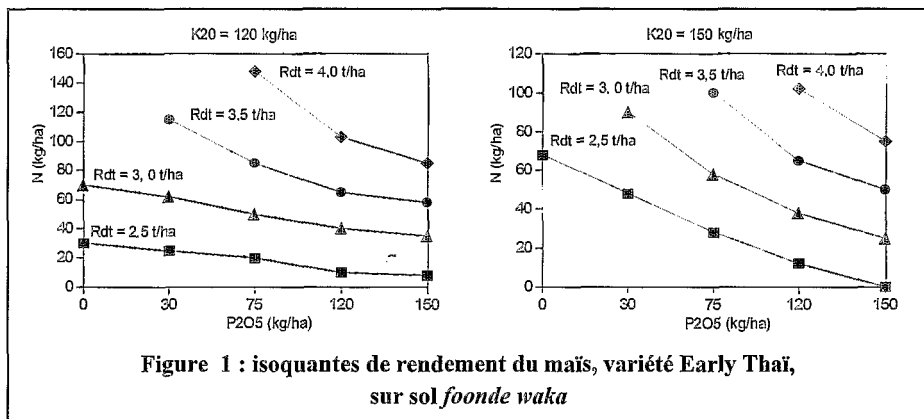


Figure 1 : isoquantes de rendement du maïs, variété Early Thai, sur sol foonde waka

### Réponse du sorgho aux équilibres NPK

L'analyse de variance effectuée sur les rendements a mis en évidence un effet linéaire et quadratique statistiquement significatif au seuil de probabilité de 5%. Le coefficient de variation de l'essai est de 9.60%.

L'utilisation du modèle mathématique représenté par l'équation 5 a produit les résultats suivants :

$$Y = 2185.77 + 251.80 x_1 + 62.34 x_2 + 64.06 x_3 - 90.04 x_1^2 + 213.09 x_2^2 + 200.71 x_3^2 + 41.50 x_1 x_2 - 34.75 x_1 x_3 - 165.25 x_2 x_3 \quad (21)$$

Ce modèle mathématique permet d'expliquer 73.73% de la variation du rendement. Les valeurs des coefficients de régression  $b_1$  et  $b_3$  indiquent respectivement une très forte réponse à l'azote et au potassium ce qui de toute évidence est lié à la pauvreté du sol (*foonde waka*) en azote total, en matière organique et en potassium échangeable. On note également que seule l'interaction entre azote et phosphore est positive.

Le rendement maximum de 2.347 kg/ha est obtenu avec  $x_1 = 1.35$ ,  $x_2 = -0.15$  et  $x_3 = 0.19$ , ce qui correspond respectivement à 271 kg/ha d'azote, 68 kg/ha de phosphore et 67 kg/ha de potassium.

### Analyse économique

Cas d'une trésorerie suffisante :

Dans le cas où l'agriculteur dispose d'une trésorerie suffisante, la combinaison de facteurs de production qui procure le profit maximum est la suivante :



$N = 271$  kg/ha,  $P_{20_5} = 59$  kg/ha et  $K_{20} = 67$  kg/ha si le sorgho est vendu à 70 F/kg.

Si l'azote, le phosphore et le potassium sont apportés respectivement sous forme d'urée, de supertriple et de chlorure de potassium, cela représente un investissement de 56.497 F/ha (prix/kg :  $N = 130$  F,  $P_{20_5} = 200$  F,  $k_{20} = 143$  F), et un bénéfice net de 107.217 F CFA

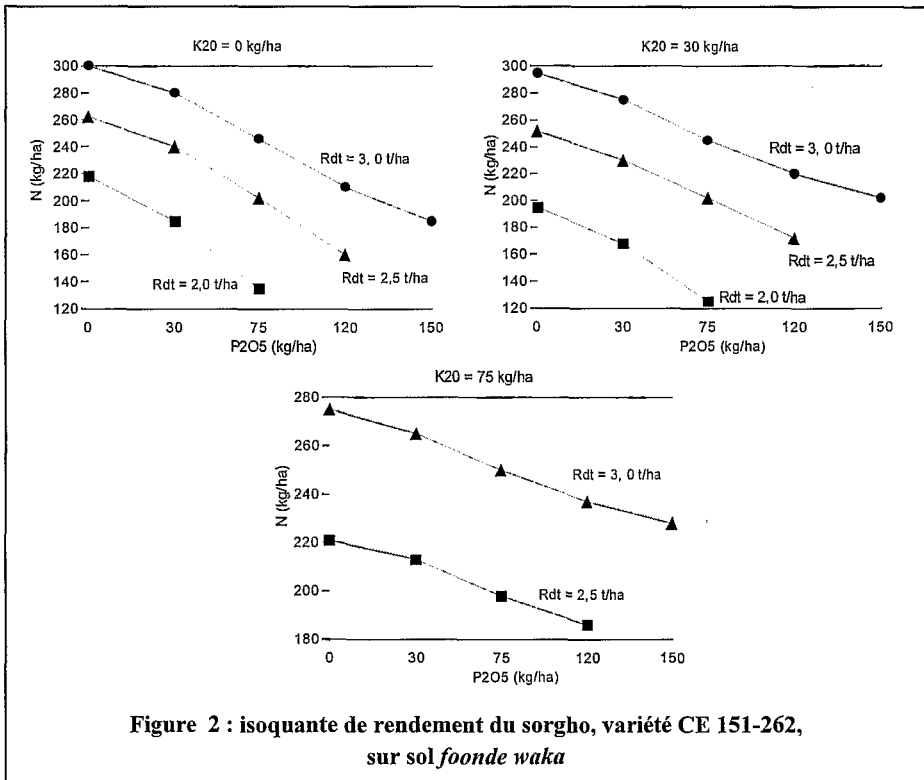
Cas d'une trésorerie limitée :

Si l'agriculteur dispose d'un capital limité, le calcul aboutit aux résultats suivants :

$Q = 55\ 000$ F CFA	$Q = 50\ 000$ F CFA
$N = 227$ kg/ha	$N = 102$ kg/ha
$P_{20_5} = 73$ kg/ha	$P_{20_5} = 110$ kg/ha
$K_{20} = 76$ kg/ha	$K_{20} = 102$ kg/ha
$\lambda = -0.55$	$\lambda = -2.15$

On note que les doses de phosphore et de potassium à apporter augmentent significativement à mesure que la trésorerie disponible pour acheter des engrais diminue.

Isoquantes de rendement :



Les courbes isoquantes de rendement calculées à partir de l'équation 19 sont présentées sur la figure 2 pour des valeurs de  $K_2O$  égales à 0, 30 et 75 kg/ha. Ces courbes, qui ont la même allure pour les différentes valeurs de  $K_2O$ , mettent en évidence une réduction notable de doses d'azote à mesure que les quantités de phosphore apportées augmentent.

### Réponse du riz aux équilibres NPK

Pour les deux variété de riz testées (I Kong Pao et Jaya) l'analyse de variance des rendements montre des effets linéaires et quadratiques très hautement significatifs (seuil de probabilité de 1%). Les coefficients de variation enregistrés dans ces essais sont de 3.66 et 4.37% respectivement pour la variété I Kong Pao et Jaya. Ceci indique une très bonne précision des essais réalisés.

#### Analyse de régression

L'analyse de régression a permis d'obtenir les surfaces de réponse suivantes.

Pour la variété IKP :

$$Y = 5860.91 + 1203.38 x_1 + 45.70 x_2 - 90.10 x_3 - 387.10 x_1^2 - 182.78 x_2^2 - 77.08 x_3^2 + 255.38 x_1 x_2 + 53.62 x_1 x_3 + 14.38 x_2 x_3. \quad (22)$$

Pour la variété JAYA :

$$Y = 5932.46 + 499.67 x_1 + 203.44 x_2 - 218.64 x_3 - 590.09 x_1^2 - 7.70 x_2^2 - 165.00 x_3^2 - 207.62 x_1 x_2 - 386.62 x_1 x_3 + 123.62 x_2 x_3 \quad (23)$$

L'utilisation des deux modèles mathématiques (22) et (23) permet d'expliquer respectivement 98.47% et 88.29% de la variation du rendement. Aussi bien avec la variété IKP que la variété Jaya on note une très forte réponse positive à l'azote, une réponse positive au phosphore mais moins forte que la réponse à l'azote et enfin une réponse négative au potassium. Celle-ci est à mettre en rapport avec la teneur relativement élevée du sol en potassium échangeable (0.49 me/100 g). Les coefficients négatifs des termes quadratiques indiquent que les augmentations de rendement dues à chaque accroissement de la dose d'éléments fertilisants ont diminué avec l'augmentation de ces doses.

Par ailleurs on note des interactions positives entre les trois éléments fertilisants pour la variété I Kong Pao, tandis que pour la variété Jaya seule l'interaction entre le phosphore et le potassium est positive.

#### Analyse économique

Cas d'une trésorerie suffisante :

Si l'agriculteur a assez de capital pour investir sur l'engrais minéral, les combinaisons d'azote, de phosphore et de potassium qui procurent le profit maximum sont les suivantes :

Pour la variété IKP :  $N = 300 \text{ kg/ha}$ ,  $P_2O_5 = 147 \text{ kg/ha}$ ,  $K_2O = 88 \text{ kg/ha}$

Pour la variété JAYA :  $N = 190 \text{ kg/ha}$ ,  $P_2O_5 = 129 \text{ kg/ha}$ ,  $K_2O = 42 \text{ kg/ha}$

Ces combinaisons ont été calculées en supposant que le kilogramme de paddy est vendu à 85 F CFA et que l'azote, le phosphore et le potassium sont apportés respectivement sous forme d'urée, de supertriple et de chlorure de potassium. Dans ces conditions, le prix du kilogramme d'azote, de phosphore et de potassium est respectivement de 130, 200 et 143 F CFA.

Cas d'une trésorerie limitée :

Si l'agriculteur a une somme déterminée à investir sur l'engrais minéral alors le calcul donne les résultats suivants :

Pour la variété IKP :

$Q = 70\ 000 \text{ F CFA}$	$Q = 60\ 000 \text{ F CFA}$	$Q = 50\ 000 \text{ F CFA}$	$Q = 40\ 000 \text{ F CFA}$
$N = 298 \text{ kg/ha}$	$N = 272 \text{ kg/ha}$	$N = 246 \text{ kg/ha}$	$N = 220 \text{ kg/ha}$
$P_2O_5 = 117 \text{ kg/ha}$	$P_2O_5 = 99 \text{ kg/ha}$	$P_2O_5 = 80 \text{ kg/ha}$	$P_2O_5 = 62 \text{ kg/ha}$
$K_2O = 55 \text{ kg/ha}$	$K_2O = 34 \text{ kg/ha}$	$K_2O = 13 \text{ kg/ha}$	$K_2O = 0 \text{ kg/ha}$
$l = -1.06$	$l = -1.7$	$l = -2.4$	$l = -3.00$

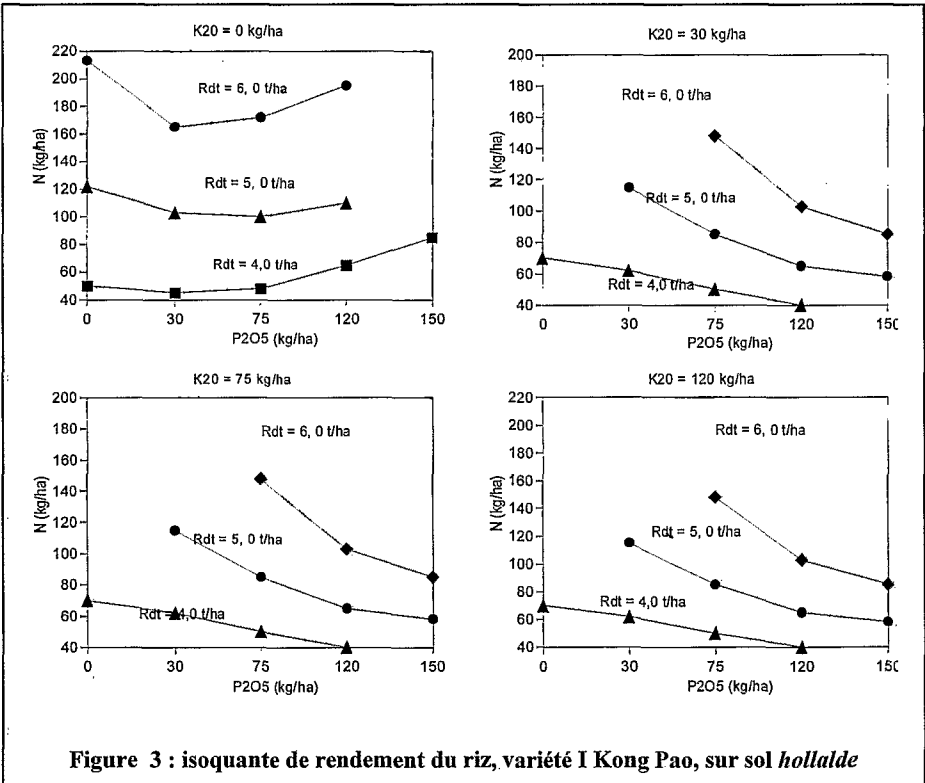
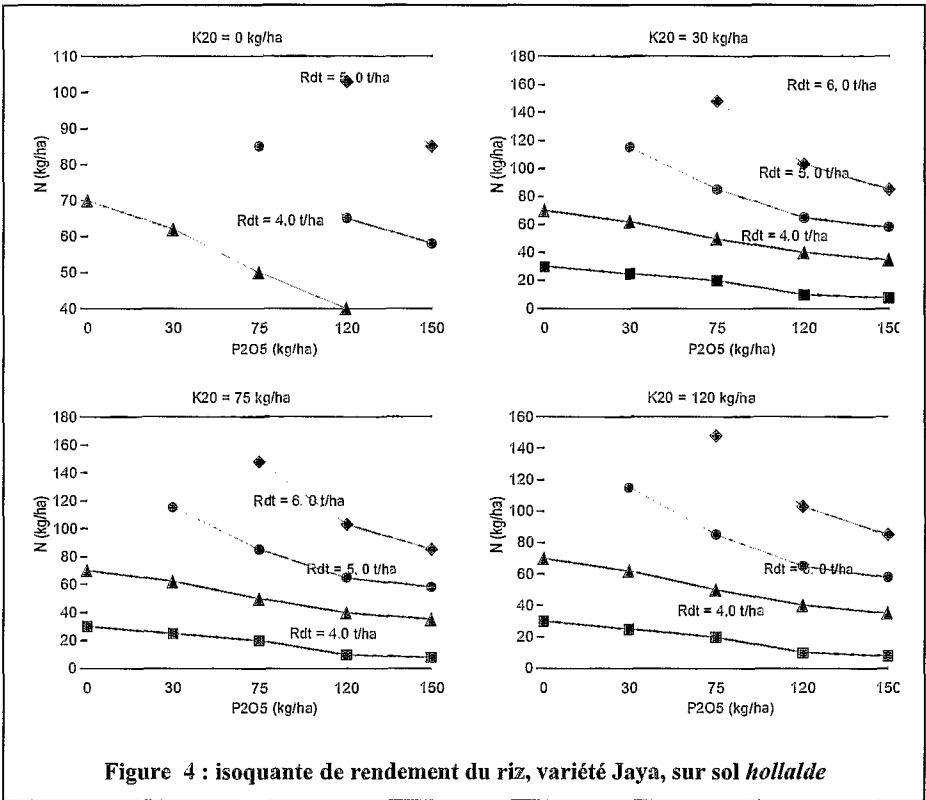


Figure 3 : isoquante de rendement du riz, variété I Kong Pao, sur sol hollalde

Pour la variété JAYA :

Q = 50 000 F CFA  
 N = 250 kg/ha  
 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 80 kg/ha  
 K<sub>2</sub>O = 9 kg/ha  
 l = 2.04

Q = 45 000 F CFA  
 N = 295 kg/ha  
 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 44 kg/ha  
 K<sub>2</sub>O = 0 kg/ha  
 l = 3.55



Isoquantes de rendement :

Les courbes isoquantes de rendement calculées à partir de l'équation 19 sont présentées sur les figures 3 et 4 respectivement pour la variété I Kong Pao et la variété Jaya.

Ces courbes isoquantes ont été calculées pour des valeurs fixes de K<sub>2</sub>O égales à 0, 30, 75 et 120 kg/ha. Une caractéristique importante de ces isoquantes est le fait que globalement l'intervalle entre les isoquantes successives augmente lorsque le niveau de rendements s'accroît. Cela signifie que lorsque les rendements augmentent de 1 000 kg/ha des quantités plus élevées d'azote sont nécessaires pour une même quantité de phosphore. Ce fait est plus apparent encore avec la variété I Kong Pao.

## DISCUSSION GÉNÉRALE

La comparaison d'arrangements lorsqu'on emploie des équations de régression a été proposée par Box and Wilson (1951). En se référant à cette étude et en examinant la comparaison d'arrangements factoriels avec des arrangements composés centraux, Chochran and Cox (1957) relèvent que les coefficients des termes carrés (quadratiques) dans l'équation de régression sont estimés avec une précision relativement faible à partir d'un arrangement factoriel  $3^K$ .

Ces types d'arrangements composés centraux ont été largement utilisées et avec succès dans les études sur la réponse des cultures aux éléments fertilisants (Hader *et al.*, 1957, Moore *et al.*, 1957, Hermanson *et al.*, 1964, Voss *et al.*, 1970, Baird & Mason, 1957). Les arrangements composés centraux permettent un choix judicieux d'un nombre relativement réduit de traitements, mais suffisant pour estimer les paramètres du polynôme d'une manière satisfaisante. Une difficulté peut cependant apparaître dans la définition de la nature de la relation entre niveaux (doses) réels des différents facteurs et niveaux exprimés sous forme codifiée. Dans le cas de cette étude une relation linéaire a été utilisée. Cependant dans certaines conditions une transformation logarithmique peut être préférable (Hader *et al.*, 1957).

L'interprétation économique des essais de fumures minérales exige la connaissance des variations continues des rendements et des prix, en fonction des doses de fumure appliquées (fonction de production). Un premier problème se pose, qui est celui de rechercher les expressions de rendements en fonction des fumures à partir des résultats discontinus fournis par les essais. C'est le problème de "l'ajustement" qui est du domaine de la statistique. Dans le cadre de cette étude une surface polynomiale de réponse de second degré a été utilisée. Il convient cependant de noter que ce polynôme n'est qu'un modèle empirique dont les paramètres (coefficients de régression) n'ont aucune signification biologique. Par ailleurs il est nécessaire de se mettre en garde contre un résultat (dose optimum) correspondant à une fumure plus grande que la plus forte dose employée dans un essai donné. En effet, autant on peut avoir confiance dans le mode de représentation choisi quand il s'agit "d'intrapoler", autant on doit être réservé pour s'en servir pour "extrapoler" en utilisant la surface de réponse (modèle mathématique). Dans un tel cas, ce qu'on peut dire avec certitude, c'est que la plus forte fumure utilisée dans l'essai a correspondu au meilleur rendement.

L'emploi d'une fertilisation équilibrée permet d'obtenir des rendements élevés en fournissant des quantités appropriées d'éléments nutritifs au sol. Cependant, la notion de fertilisation équilibrée devient complexe lorsqu'on tient compte de différents facteurs variables, tels que teneur en éléments nutritifs du sol, variétés utilisées, gestion de l'exploitation, *etc.*

Le rapport coût/bénéfice met en évidence la rentabilité d'une fertilisation équilibrée et fait ressortir l'intérêt de l'optimisation, plutôt que de la maximisation du rendement. Un autre aspect qui prend de l'importance est de savoir si l'agriculteur va accepter l'engrais équilibré dans le cadre de sa capacité d'investissement en engrais.

Dans le cadre de cette étude on a admis, comme cela se fait usuellement, que l'objectif majeur de la fertilisation est d'obtenir le maximum de profit pour ceux des agriculteurs qui ont la possibilité financière de payer une fumure minérale.

La méthode de raisonnement de la fumure minérale utilisée dans cette étude a l'avantage de prendre en compte au moins une des contraintes majeures à l'application de l'engrais : le capital disponible. Cependant comme dans toutes études biologiques (réponse des cultures aux apports d'éléments fertilisants), une certaine imprécision demeure et il serait vain de penser que la méthode de raisonnement utilisée dans cette étude va la réduire sensiblement.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Box, G.E.P. 1954. The exploration and exploitation of response surfaces. *Biometrics*. 10 : 16 - 60.
- Box, G.E.P. and Hunter, J.S. 1957 Multifactor experimental designs for exploring response surfaces. *Math. Stat.* 28 : 195 - 241.
- Box, G.E.P. and Wilson K.B. 1951. On the experimental attainment of optimum conditions. *J. Roy. Stat. Soc. B.* 13 : 1 - 45.
- Bair B.L. and Mason D.D. 1957. Multi-variable equations describing fertility - corn yield response surfaces and their agronomic and economic interpretation. *Agronomy Journal* vol 49 pp. 152 - 156.
- Cochran, W.G. and Cox, G.M. 1957. Experimental designs. *Second Edition*, John Wiley Sons.
- Garaudeaux J. 1973. Aspects théoriques de l'étude de l'action des fertilisants. *Revue de la potasse - Section 28 n° 2* pp. 1 - 12.
- Hader R.J. Harward M.E., Mason D.D. and Moore D.P. 1957. An investigation of some of the relationships between copper, iron and molybdenum in the growth and nutrition of lettuce : I. Experimental design and statistical methods for characterizing the response surface. *Soil Sei. Soc. Am. Proc.* vol 21 pp. 59 - 64.
- Heady, EO. 1962. Modèles économiques Conception des Expériences Techniques et de la Coopération Interdisciplinaire entre Economistes et Scientifiques. In : *Coopération entre les disciplines de recherche technique et économique en agriculture. OCDE Documentation dans l'Agriculture et l'Alimentation N° 50* pp. 59 - 98.

□ Hermanson H.P., Gates C.E., Chapman J. W. and Farnham R.S. 1964. An agronomically useful three factor response surface design based on dodecahedron symmetry. *Agronomy Journal* vol 56 pp. 14 - 17.

□ Moore D.P., Harward M.E., Mason D.D., Hader R.J., Lott W.L. and Jackson W.A., 1957. An investigation of some of the relationships between copper, iron, and molybdenum in the growth and nutrition of lettuce : II. Response surfaces of growth and accumulations of Cu and Fe. *Soil Sci. Am. Proc.* vol 21 pp. 65 - 74

□ Ndiaye, J.P. 1988. Recherche d'une formule de fumure minérale optimum : Aspects méthodologiques. *Doc. ISRA*, 54p.

□ Sonko, M. 1973. Etude pédologique du PAPEM de Fanaye (Moyenne Vallée). *Doc. IRAT Secteur Fleuve Richard-Toll*. 91 p.

□ Voss R.E., Hanway J.J. and Fuller W.A. 1970. Influence of soil, management, and climatic factors on the yield response by corn (*Zea mays* L) to N, P and K fertilizer. *Agronomy Journal* vol 62 pp. 736 - 740.

□ □ □





# Les recherches en entomologie sur le fleuve Sénégal : bilan et perspectives dans le contexte des cultures irriguées au Sahel

□ □ □

R. Goebel,

Entomologiste, CIRAD-CA, détaché à l'ISRA, BP 240, Saint-Louis, Sénégal

Les zones à écologie particulière telles que les vallées des grands fleuves du sahel où les espaces cultivés (périmètres irrigués, cultures de décrue) alternent avec les espaces arides, sont le lieu d'attaques parfois très importantes : invasions (heureusement espacées) du criquet migrateur, *Schistocerca gregaria*, mais aussi pullulations d'oiseaux granivores (surtout *Quelea quelea*) sur la plupart des céréales. Cependant, en dehors de ces attaques à grande échelle, les problèmes phytosanitaires en milieu sahélien demeurent moins importants et moins diversifiés que dans les zones pluviales.

Ce contexte peut changer, notamment avec le développement des cultures irriguées (coton, maïs, sorgho, arachide, cultures horticoles...) au sein des systèmes de production actuels (souvent à base de riz). La diversification des cultures représente en effet un enjeu important pour les pays sahéliens car elle est porteuse d'une nouvelle dynamique agricole. La recherche d'une productivité élevée afin de rentabiliser les périmètres irrigués aux abords des grands fleuves, passera nécessairement par une certaine "artificialisation" du milieu de culture avec notamment l'introduction de variétés nouvelles, de techniques d'irrigation performantes, la mise en place de systèmes de culture intensifiée... Ces nouvelles techniques risquent cependant de bouleverser les agrosystèmes en place et provoquer l'apparition de contraintes biotiques préjudiciables aux cultures : développement ou recrudescence de ravageurs, de maladies et d'adventices.

En ce qui concerne les contraintes liées aux attaques d'insectes, un travail en entomologie a été initié début 1990, dans le cadre d'un projet de recherche sur la maïsiculture irriguée dans la région du fleuve Sénégal.

Les travaux qui ont porté essentiellement sur cette culture, permettent de mettre en exergue l'importance des problèmes liés aux attaques d'insectes dans cette région, particulièrement en hivernage (saison des pluies).

A partir de ces études récentes, nous proposons ici de donner un aperçu des principales contraintes entomologiques rencontrées dans la région du fleuve Sénégal et de faire le point sur les diverses possibilités de lutte dans le contexte nouveau des systèmes de culture irriguée.

## PRINCIPAUX PROBLÈMES ENTOMOLOGIQUES SUR LE FLEUVE SÉNÉGAL

### Justifications des recherches en entomologie

Dans la région du fleuve Sénégal, les informations sur les contraintes biotiques sont souvent fragmentaires et peu précises (contrairement aux autres régions). En ce qui concerne **la culture de décrue** (sorgho, mil...), on trouve quelques indications dans de vieux documents se rapportant aux problèmes agricoles du fleuve : **les sauteriaux<sup>1</sup>, les chenilles défoliatrices, les pucerons, mais aussi les oiseaux granivores**, sont parmi les contraintes les plus citées. L'importance des populations acridiennes et aviaires dans cette région avaient d'ailleurs sensibilisé un certain nombre de projets nationaux ou régionaux, mis en oeuvre par l'OCLALAV (FAO, 1978).

Dans le domaine de **l'agriculture irriguée, les problèmes entomologiques ont été très peu étudiés**. Cependant, il existe un certain nombre de documents descriptifs de l'entomofaune au Sénégal sur cultures vivrières et maraichères (Risbec, 1950 ; Appert, 1957 ; Bourdouxhe, 1983 ; Etienne *et al.*, 1992), et quelques rapports de mission d'experts entomologistes sur le fleuve, tant du côté sénégalais que mauritanien (Schmitz, 1969 ; Brenière, 1978 et 1981).

De 1984 à 1988, la mise en place d'un programme d'amélioration variétale du maïs au sein de l'ISRA/Saint-Louis a permis de caractériser les contraintes biotiques de cette culture. Les problèmes majeurs apparus étaient ceux liés aux attaques d'insectes, particulièrement les foreurs de tiges, alors que les problèmes phytopathologiques demeuraient très faibles (Clerget, 1988).

La quasi-absence de données précises concernant la bio-écologie des ravageurs dans cette région et le démarrage d'une opération d'envergure sur le maïs irrigué, nous a conduit durant quatre années à effectuer un inventaire précis de l'arthropodofaune nuisible et utile à la maïsiculture irriguée, à en étudier la dynamique et le comportement dans l'espace cultivé (pour les plus importants), et enfin, à proposer des solutions de protection des cultures à l'aide d'essais exploratoires en station. En dehors de ces études précises, de nombreuses prospections phytosanitaires ont été effectuées sur toute la rive gauche du fleuve Sénégal : le delta et la moyenne vallée.

---

1 sauteriaux : petites sauterelles ravageuses de cultures.

## Contexte agro-écologique

La bio-écologie des ravageurs en région sahélienne africaine est bien différente de celle des zones de savane ou de forêt, notamment en raison des conditions climatiques particulièrement stressantes : raréfaction des pluies, hygrométrie parfois très faible en saison sèche, vent de sable, ensoleillement maximum, absence de plantes-hôtes de substitution. De ce fait, ce type de milieu impose à la plupart des espèces d'insectes des périodes de quiescence plus ou moins longue, dont la levée est généralement déterminée par l'approche de l'hivernage (premières pluies, degré d'hygrométrie plus important).

C'est durant cette période favorable où de nombreuses cultures sont pratiquées, que les insectes se reproduisent et accomplissent leur cycle. Cela explique l'importance des dégâts d'insectes que l'on peut parfois observer sur certaines cultures et les pertes de productivité enregistrées.

Cependant, les prospections et observations régulières dans le delta et la moyenne vallée du fleuve Sénégal tendent à prouver que certains insectes restent en activité durant la saison sèche froide et chaude et qu'ils peuvent, à ce titre, représenter un danger permanent pour les cultures pratiquées à cette période, en condition d'irrigation (R. Goebel, 1991).

## Le complexe parasitaire du maïs sur le fleuve : comportement sur la plante hôte et dégâts

Une liste des insectes nuisibles et utiles recensés sur le maïs de 1990 à 1993, figure en annexe 1. La majeure partie des ravageurs présentés ici ne sont pas strictement inféodés au maïs ; ils peuvent notamment attaquer d'autres céréales telles que le sorgho, le mil et le riz. De même, on trouvera des insectes polyphages s'attaquant aussi bien aux arbres fruitiers qu'aux cultures céréalières, cotonnières ou maraichères.

### \* Les lépidoptères foreurs :

Les lépidoptères foreurs et défoliateurs des céréales sont de loin les ravageurs les plus préjudiciables en raison principalement de leur biologie particulière (développement à l'intérieur de la tige) et de leur comportement migratoire. Sur le maïs, tous les organes sont attaqués (feuilles, tiges, panicules et épis). Dans la région du fleuve Sénégal, le complexe parasitaire du maïs irrigué est dominé par trois ravageurs-clés :

*Sesamia calamistis* Hampson (Lepidoptera, Noctuidae) est régulièrement rencontré en maïsiculture d'hivernage, particulièrement dans la zone du delta du fleuve. Chaque année, durant la période pluvieuse, on observe des attaques violentes et très localisées, qui se produisent de préférence sur des parcelles irriguées par aspersion. Les comptages larvaires, ont montré l'existence de deux générations au cours du cycle du maïs, dont la première sur jeunes pieds

de maïs provoquent des "**coeurs-morts**" (**destruction du méristème apical**), se traduisant par une perte de plants productifs à l'hectare.

Ce foreur attaque également le maïs en saison froide mais sa pression parasitaire est plus faible qu'en hivernage. Les observations sur différentes dates de semis confortent l'idée **qu'il n'y a pas d'arrêt de développement** chez cette espèce, en raison probablement de la multiplicité des plantes hôtes sur le fleuve Sénégal (graminées cultivées et spontanées).

La pyrale *Eldana saccharina* Walker (Lepidoptera, Pyralidae), insecte foreur des tiges et des épis, est une espèce typique qui apparaît sur le maïs d'hivernage à l'époque de la floraison mâle, lorsque les entre-noeuds sont bien individualisés. L'extension des infestations de ce ravageur semble étroitement liée aux conditions climatiques, notamment pluviométriques. Ainsi en hivernage 1991 et 1992, où les pluies ont été rares et très irrégulières (il est tombé moins de 100 mm en 1992), les attaques ont été plutôt limitées (malgré une densité de larves parfois élevée). Par contre en 1993 où près de 220 mm ont été enregistrés sur la station de Ndiol, les infestations ont été non seulement intenses, mais se sont étendues à l'ensemble des plants (cette situation avait déjà été rencontrée en 1990, année de bonne pluviométrie).

Contrairement à *S. calamistis*, ce foreur n'existe pas en maïsiculture de saison froide (pas un seul insecte n'a été trouvé sur les essais "date de semis" et les différentes parcelles de contrôle implantées dans les stations ISRA de Ndiol et Fanaye). L'hypothèse d'une diapause durant la saison sèche froide est avancée.

*Helicoverpa* (= *Heliothis*) *armigera* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) que l'on peut qualifier de foreur de l'épi, est présent en hivernage comme en saison-froide, mais l'intensité des attaques est très variable d'une année sur l'autre. Cette noctuelle a une quantité importante de plantes hôtes, avec en tête de liste, le cotonnier et la tomate.

\* Les lépidoptères défoliateurs :

*Mythimna* (= *Acantholeucania*) *loreyi* Duponchel (Lepidoptera, Noctuidae), noctuelle défoliatrice, est signalée sur l'ensemble des essais maïs et sorgho, quels que soient le stade et l'époque de culture. Les dégâts les plus importants se situent sur jeunes plants (dégâts foliaires) et au stade "panicule visible au fond du cornet" où la panicule est parfois sérieusement endommagée. En hivernage 1991 et 1992, de nombreuses larves de *M. loreyi* ont été trouvées sur l'extrémité des épis de maïs (consommation des soies), ou entre spathes et grains. Sur un même plant, la densité larvaire peut être importante (jusqu'à 10 larves). Les infestations sont observées sur toute la région du fleuve, jusqu'à Bakel.

*Spodoptera exigua* Hübner (Lepidoptera, Noctuidae) est un phyllophage dont les dégâts sont généralement faibles. Les infestations concernent principale-

ment le maïs de saison-froide où les premiers dégâts sur feuille sont constatés 15 jours après semis.

Cependant ces attaques ne semblent pas entraver le développement des jeunes plants.

\* Les piqueurs-suceurs :

Trois types de ravageurs constituent une part importante de l'entomofaune du feuillage : les pucerons, les thrips et les acariens. Les pucerons, notamment sont souvent vecteurs de maladies virales.

*Caliothrips impurus* Priesner (Thysanoptera), thrips noir du maïs, a été fréquemment rencontré sur les essais de maïs de saison froide, dans les principales stations de l'ISRA. Les infestations démarrent dès l'émergence de la plantule et les premières feuilles ont des striures caractéristiques (apparition de zone de couleur argentée correspondant à la nécrose des tissus). L'attaque s'estompe généralement lors de l'apparition des nouvelles feuilles sur le plant. De très légères infestations peuvent avoir lieu sur les panicules et les épis (spathes). Ce thrips est signalé sur *niébé*.

*Rhopalosiphum maidis* Fitch (Homoptera, Aphididae) : le puceron du maïs est un insecte répandu dans toute la région du fleuve. Ses infestations en colonies se produisent en hivernage, mais surtout en saison froide où les températures fraîches favorisent les pullulations. L'installation des colonies de pucerons démarrent au stade "panicule visible au fond du cornet", sur les feuilles entourant la panicule. Par la suite, en cas de fortes infestations (conditions optimales), toute la panicule peut être entièrement envahie, ce qui peut entraîner des problèmes de fécondation (peu ou pas de libération du pollen). Cependant, les pucerons ne sont pas des parasites constants, compte tenu de leur grande sensibilité aux conditions climatiques. L'activité de la faune utile joue aussi un rôle essentiel dans la régulation naturelle des populations. Notons enfin que **le sorgho** est également un hôte très apprécié de ce ravageur.

L'acarien *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae), a été observé en maïsiculture de saison-froide sur la station de Fanaye, mais aussi dans les périmètres irrigués de la moyenne vallée. Les attaques d'acariens coïncident le plus souvent avec l'arrivée de l'harmattan (vent sec et chaud) ; on peut alors constater sur le maïs à maturité, de nombreuses toiles sur les feuilles, piégeant la poussière. Des dégâts importants se traduisent par un jaunissement du feuillage par plages, puis un dessèchement progressif des feuilles. Cependant, cette infestation souvent tardive (fin de maturité), n'a pas d'impact sur le rendement. *T. urticae* est fréquemment rencontré sur riz de contre saison.

\* Les coléoptères :

**Scarabaeidae (Cetoniinae) et Meloidae** sont les principales familles attaquant les organes reproducteurs en maïsiculture d'hivernage. *Pachnoda interrupta* Olivier (Cetoniinae) a été particulièrement abondant en hivernage 1991, sur panicules et épis, surtout dans le delta du fleuve. Ce qui n'a pas été le cas en hivernage 1992, où l'espèce a été faiblement représentée.

Les dégâts de Meloidae sur panicules, essentiellement *Psalydolytta vestita* Dufour, *Mylabris holocericea* Klug et *Coryna argentata* Fabriciu, ont été observés tant en station que sur les périmètres irrigués du fleuve. Ces insectes que l'on appelle communément "cantharides" dévorent les organes floraux (étamines et anthères) et sont responsables de l'avortement des épis. Les deux premières espèces attaquent surtout **le maïs, le sorgho et le mil**, tandis que la troisième est surtout rencontrée sur **niébé, arachide, bisaab (oseille de Guinée) et gombo**. Toutefois, leur incidence sur le maïs reste limitée.

\* Les termites :

Des dégâts non négligeables de **termites** (*Microtermes* sp.) sont régulièrement constatés sur la station de Fanaye, se traduisant, en cas de forte attaque, par une verse de plants. L'infestation a lieu entre deux irrigations gravitaires (le sol s'assèche très rapidement), ce qui laisse le temps aux **termites** d'envahir les plants.

\* Les acridiens :

Depuis 1990, aucune infestation de grande envergure (criquets migrants) n'a eu lieu sur les cultures du fleuve Sénégal. Cependant on constate régulièrement des attaques de sauteriaux en saison froide avec des dégâts parfois importants sur le feuillage des céréales (feuilles dévorées jusqu'à la nervure). C'est le cas des espèces *Kraussaria angulifera* Krauss (Cyrtacanthacridinae), *Hieroglyphus daganensis* Krauss (Hemiacridinae), *Cataloipus cymbiferus* Krauss (Eyprecpocnemidinae), *Ailopus thalassinus* Fabricius (Oedipodinae) et *Oedelus senegalensis* Krauss (Oedipodinae).

\* Les ravageurs des stocks :

Au cours de stockages de semences de maïs dans les différents laboratoires de l'ISRA, plusieurs insectes prédateurs se sont développés et ont causé des dégâts parfois importants. Trois ravageurs ont été identifiés : *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae), charançon du maïs, très répandu en Afrique de l'Ouest, *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae), petit papillon polyphage et *Tribolium castaneum* (Coleoptera, Tenebrionidae), ravageur commun de la farine de riz.

En période d'hivernage, ces insectes peuvent détruire totalement les récoltes.

## \* Le problème des oiseaux :

Les attaques d'**oiseaux** sur épis sont fréquemment observées sur le fleuve Sénégal avec des dégâts relativement forts en saison froide. Dans certains essais, il n'est pas rare d'observer une consommation de plus de 50% de grains (Station de Ntiago). Les espèces présentant un certain danger dans les périmètres maïsicoles sont les perruches, les *Quelea*, l'ignicolore (*Euplectes orix*), le vorabé (*Euplectes afer*) et le tisserin (*Ploecus sp.*)

## INCIDENCE DE QUELQUES RAVAGEURS IMPORTANTS SUR LA PRODUCTIVITÉ DU MAÏS

La mesure des pertes de productivité dues aux ravageurs est un renseignement d'une importance capitale pour les programmes de recherche, car elle permet de caractériser à chaque saison de culture la pression parasitaire.

Un des moyens le plus facile pour y arriver est la mise en place dans les différentes stations et les périmètres irrigués en milieu paysan, de parcelles à deux ou trois niveaux de protection insecticide avec un témoin non traité. L'objectif de ces essais est d'avoir une approximation des dégâts d'ensemble et de mesurer le potentiel de rendement d'une culture sous protection insecticide maximum.

## Site et dispositif expérimental

L'estimation des pertes globales de rendement en hivernage comme en saison froide, a été faite grâce à l'installation de parcelles à trois niveaux de protection insecticide dans les principales stations de l'ISRA : Ndiol et Fanaye.

Ce système est basé sur l'utilisation d'insecticide binaire (30 g/Ha de cyperméthrine + 300 g/Ha de diméthoate) en EC.

Le dispositif en "escalier" double comprend trois objets (parcelles de 200 m<sup>2</sup>) :

Objet A : Parcelle non traitée (témoin) ;

Objet B : Programme à 3 applications insecticides (à 30, 45 et 60 jours après semis) ;

Objet C : Programme de traitement plafond (granulés systémiques au semis, puis traitement hebdomadaire à 15 jours après semis - (JAS) jusqu'à la récolte)

## \* Maïsiculture d'hivernage :

La maïsiculture d'hivernage abrite en général un complexe de ravageurs diversifié, mais d'après les observations régulières, ce sont les lépidoptères foreurs qui provoquent les dégâts les plus significatifs. Des baisses de productivité assez importantes dues à ces ravageurs, avaient déjà été constatées en 1990 et 1991, particulièrement dans le delta du fleuve.

En hivernage 1992, sur la station de Ndiol (delta), les pertes globales de rendements sont estimés à 37% (C-A/C) pour un rendement maximum de 2,4 t/ha en maïs grains (tableau 1), alors qu'à Fanaye (moyenne vallée), ces pertes ne représentent que 19%, avec un potentiel de rendement plus élevé de 4,1 t/ha en moyenne pour le traitement C (tableau 2).

Les observations phytosanitaires ont porté sur :

- le pourcentage de coeurs-morts (C.M.) dû à *S. calamistis* déterminé à 60 JAS (jours après semis). Ce symptôme correspond au stade ultime de l'infestation (destruction du méristème apical), où les plants meurent en général rapidement et se dessèchent.
- le pourcentage de plants attaqués (P.A., tiges avec galeries + épis attaqués) par le complexe des foreurs à 90 JAS (période de maturité du maïs).

Les plants échantillonnés (4 rangs de 10 m au centre de la parcelle) sont examinés de façon à repérer les trous d'entrée des foreurs (on constate en général des déjections) au niveau des entre-noeuds des tiges et sur les spathes des épis.

Traitement	% C. M. 60 JAS.	% P. A. 90 JAS	P 1000G gr. 15% HUM. (1)	RDT à 15% HUM. (KG/HA) (2)
C	1,6	5,2	235,2	2386
B	10,4	14,2	216,6	2076
A	19,8	37,3	189,8	1503

Date de semis : 31/07/1992

**Tableau 1 : infestation par les foreurs et perte de rendement (variété Early thai) en hivernage 1992 - Ndiol**

Traitement	% C. M. 60 JAS	% P. A. 90 JAS	PM 1000G gr. 15% HUM.	RDT 15% HUM (KG/HA)
C	2,0	4,5	261,8	4114
B	8,5	18,5	246,5	3409
A	11,5	22,7	252,0	3338

Date de semis : 24/08/1992

(1) : Poids des 1.000 grains ramené à 15% d'humidité.

(2) : Rendement en maïs grains ramené à 15% d'humidité.

**Tableau 2 : infestation par les foreurs et perte de rendement (variété Early thai) en hivernage 1992 - Fanaye**



Les pertes importantes à Ndiol s'expliquent en grande partie par des attaques violentes de *Sesamia calamistis* sur jeunes maïs, provoquant de nombreux coeurs morts (perte de plants productifs/Ha). On constate également une perte du poids des 1.000 grains de l'objet A par rapport aux objets B et C, qui peut s'expliquer par les dégâts dans les tiges effectués par les foreurs (dans ce cas il y a perturbation du remplissage des grains).

De telles infestations ont déjà été constatées en 1990 dans la région du delta. Dans tous les cas, elles semblent favorisées par une irrigation des plants par aspersion, ce qui n'est pas le cas à Fanaye où le mode d'irrigation est gravitaire (R. Goebel, 1991). Sur Ndiol, ces attaques précoces sont également en partie responsables de 13% de perte de rendement sur les parcelles B (3 traitements) par rapport au programme plafond (C-B/C). En effet, le premier traitement (30 JAS) a démarré trop tard et n'a eu aucune efficacité sur la première génération très infestante du foreur (une fois que les larves ont pénétré dans la tige, leur élimination est très difficile).

C'est également le cas à Fanaye, avec un niveau d'attaque moins fort.

L'impact des foreurs sur le rendement se situe donc à **plusieurs niveaux** :

- une destruction des plants avant la floraison due principalement à *S. calamistis* (baisse de la densité de plants/Ha) ;
- des dégâts à l'intérieur des tiges (galeries) entre la floraison et la maturité pouvant expliquer la différence du poids de 1.000 grains ;
- enfin, des dégâts directs sur les grains (en général, relativement faible).

Ces constatations sont en accord avec les résultats obtenus par Moyal (1988) en Côte d'Ivoire. D'une façon générale, les faibles taux d'infestation dans les parcelles C montrent l'efficacité du traitement binaire cyperméthrine-diméthoate à la dose indiquée. A l'avenir, des programmes de traitement économiques devront être élaborés, en tenant compte notamment des périodes d'infestation des ravageurs.

\* Maïsiculture de saison sèche froide :

En saison froide, compte tenu de la faible pression parasitaire,

les pertes enregistrées se situent entre 5 et 10% suivant les années (évaluation en 1990/91, 1991/92 et 1992/93) et la localité. Durant cette période, on constate en effet des dégâts peu importants :

- de la levée au stade 4/5 du maïs, ce sont essentiellement des infestations dues aux Thrips et au défoliateur *Spodoptera exigua*, mais qui ne persistent généralement pas ;
- du stade 4/5 feuilles à la floraison, les dégâts les plus importants sont occasionnés par *Mythimna loreyi* ;
- rareté des colonies de pucerons sur panicule (*Rhopalosiphum maïdis*)

- les infestations de *S. calamistis* restent à un faible niveau (moins de 3% de coeurs morts sur la parcelle témoin).

### Dynamique des populations larvaires des foreurs au champ

Afin de suivre l'évolution des populations larvaires des foreurs dans les plants, des prélèvements réguliers de tiges attaquées (à 30, 40, 50, 60 et 70 jours après semis) sont effectués sur les parcelles témoin. 20 tiges au total (10 par parcelle) sont ainsi amenées en laboratoire pour dissection et dénombrement des larves.

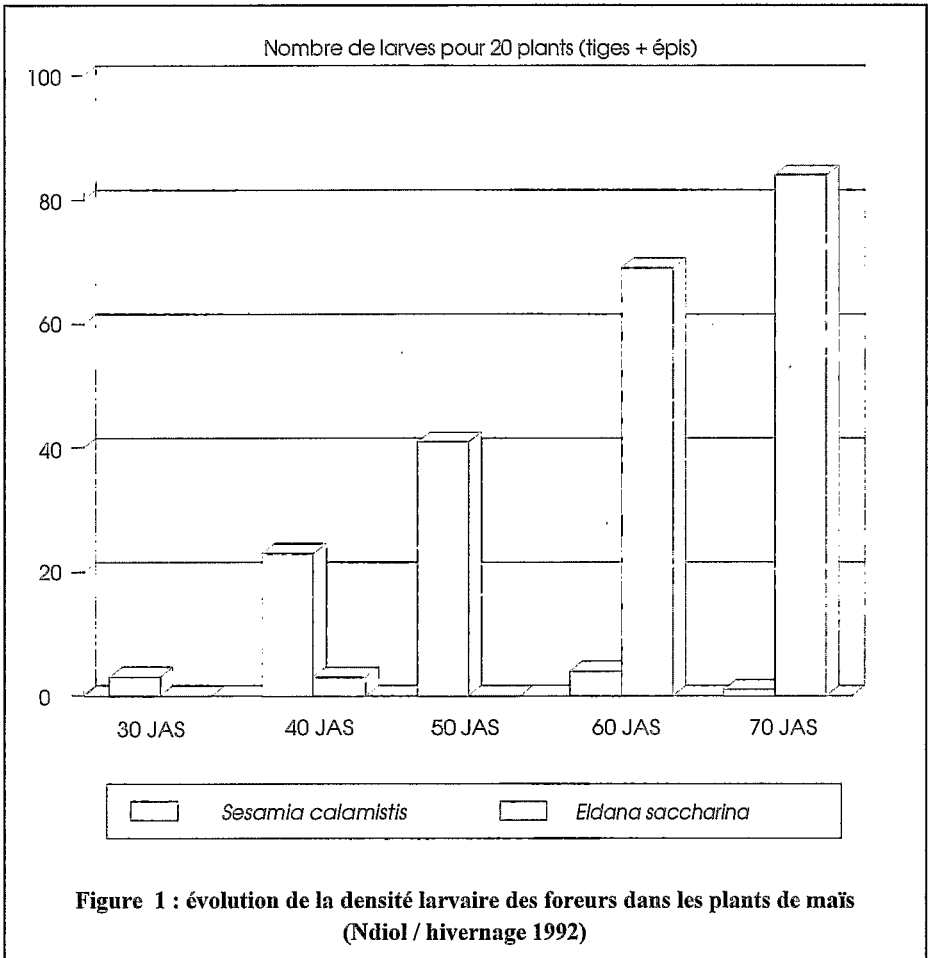


Figure 1 : évolution de la densité larvaire des foreurs dans les plants de maïs (Ndiol / hivernage 1992)

Cette méthode nous a permis en hivernage 1991 et 1992, de mettre en évidence une succession très nette des deux ravageurs : *Sesamia calamistis* intervient principalement de la levée à la floraison, tandis qu'*Eldana saccharina* est présent de la floraison jusqu'à la récolte (Figure 1). Toutefois pour le

premier foreur, des attaques tardives peuvent intervenir et s'ajouter à celle d'*E. saccharina* (R. Goebel, 1993).

Chez *S. calamistis*, on note une densité de jeunes larves (L1-L3) particulièrement abondante à 30 jours après semis, laissant supposer que la ponte intervient sur jeune maïs (stade 4/5 feuille). A 40 JAS, on trouve déjà des chrysalides, observation qui confirme l'existence d'une première génération entre la levée et la floraison. La relation "phénologie de la plante-attaque parasitaire" est très nette pour les deux foreurs.

## APPORT DE LA LUTTE INTÉGRÉE POUR LA PROTECTION DES SYSTÈMES DE CULTURE IRRIGUÉE

La faiblesse des dispositifs financiers, due aux faibles productivités des principales spéculations en Afrique sahélienne conduit, en matière de protection des cultures, à privilégier les méthodes de lutte par des techniques agronomiques et génétiques, au détriment de la lutte chimique (trop coûteuse et générant des résistance chez les ravageurs).

Les programmes de recherches en défense des cultures sont donc axés depuis quelques années déjà sur l'évaluation de méthodes alternatives adaptées au contexte africain, parmi lesquelles la résistance variétale des cultures aux ravageurs tient une place particulière. L'IPM (Integrated Pest Management) suppose, en premier lieu, une connaissance approfondie de la bio-écologie des insectes dans les systèmes de culture, ainsi que la mise au point des méthodes d'identification et de mesure des dégâts sur la plante suffisamment fiables (relation plante hôte-ravageur) pour qu'elles puissent être utilisées par les sélectionneurs et agronomes.

Actuellement, dans l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal il n'y a pas de **réelles demandes en matière de protection phytosanitaire** sur les cultures irriguées de diversification. Cela s'explique notamment par la faiblesse des surfaces cultivées (par rapport au riz, culture dominante) et donc une absence de dynamique agricole (sociétés de développement, débouchés commerciaux...). Néanmoins, dans la perspective d'accroissement des surfaces en cultures diversifiées, on peut penser que la demande de techniques de lutte et de conseils phytosanitaires va se développer. Il est donc souhaitable dès maintenant, de dégager, dans la panoplie des moyens de lutte, les priorités.

### Résistance variétale

L'utilisation de variétés résistantes ou tolérantes est un moyen efficace et économique de lutte contre les ravageurs. De plus, contrairement à d'autres techniques de protection, elle n'a pas de conséquences néfastes sur l'environnement. Cependant si la perspective de voir les paysans utiliser des variétés résistantes est particulièrement séduisante, leur mise au point reste un travail

de longue haleine nécessitant des moyens financiers et humains importants et l'intervention de spécialistes en entomologie et sélection.

**De ce fait, la résistance variétale du maïs aux insectes foreurs** est étudiée dans la plupart des Centres Internationaux de Recherche Agronomique (CIRA) et dans les universités américaines.

Dans ce domaine, les recherches ont beaucoup progressé grâce, notamment, au développement des techniques d'infestation artificielle des plants (dépôt d'oeufs ou de larves), techniques qui supposent une bonne maîtrise de l'élevage de masse d'insectes. Parallèlement, l'amélioration des techniques de notation des dégâts a permis une évaluation précise et rapide de la résistance ou de la tolérance des variétés. Enfin l'accroissement de la résistance aux foreurs (associé à une bonne valeur agronomique) a été possible grâce à la méthode de sélection récurrente (basée sur un mode additif des caractères).

Concernant *Sesamia calamistis* et *Eldana saccharina*, un programme de sélection en vue d'améliorer la résistance du maïs est conduit à l'IITA (Nigéria) depuis plus de 10 ans (Bosque-Perez *et al.*, 1989). Cette organisme dispose déjà de matériel présentant un certain degré de résistance à chacun des foreurs (population **TZBR : Tropical Zea Borer Resistant**).

**Sur le fleuve Sénégal**, une étude sur le comportement de variétés de maïs vis-à-vis de *S. calamistis* et *E. saccharina*, a été entreprise en station, sous infestation naturelle (R. Goebel, 1992). Cette étude préliminaire avait pour but d'identifier des variétés possédant un certain degré de résistance aux attaques parasitaires et une bonne adaptation aux conditions sahéliennes.

Les premières observations sur un essai "à blanc" en hivernage 1991, comprenant des variétés de provenance diverse (matériel des Antilles, de l'INRA, de l'IITA et variétés locales), ont permis de constater qu'il existait une certaine variabilité de réponse quant aux attaques de foreurs (basé sur une note visuelle des dégâts de 1-9 pour *S. calamistis* de la levée à la floraison et sur le pourcentage de plants cassés pour *E. saccharina* à la récolte).

En hivernage 1992, un deuxième essai a été implanté sur la station de Ndiol, considérée comme "point chaud" pour les attaques de foreurs. La plupart des variétés utilisées en hivernage 1991 ont été retestées, ainsi que du matériel déjà résistant aux foreurs africains et américains. Les résultats, malgré les problèmes d'irrigation (arrosages des plants très irréguliers), permettent un premier tri variétal, tant du point de vue de la résistance "foreur", que de la valeur agronomique dans le contexte du fleuve.

Cependant si ce programme d'étude de la résistance du maïs (mais aussi d'autres céréales cultivées) devait se développer à l'avenir, il faudrait nécessairement procéder à une infestation artificielle des plants. Cela permettrait notamment d'effectuer plusieurs essais dans l'année.

## Pratiques culturales et irrigation

L'utilisation des techniques culturales pour réduire les populations de ravageurs dans l'espace cultivé est possible, mais elle demande une bonne connaissance de leur impact sur le comportement de ces ravageurs.

### \* Entretien des parcelles ou des périmètres :

Cet aspect souvent négligé peut intervenir d'une manière efficace dans la limitation des populations d'insectes.

**La destruction de résidus de récolte** dans lesquels se trouvent certains insectes (formes de quiescence pour passer la mauvaise saison) est en premier lieu indispensable. **L'élimination des adventices susceptibles** d'abriter des ravageurs potentiels (plante-hôtes alternatives servant de réservoirs), dans la parcelle ou aux abords des périmètres irrigués est également souhaitable.

Cela dit, si une plante-hôte (cultivée ou non) s'avère très attirante pour des ravageurs importants, elle peut être utilisée comme **culture-piège** pour "diluer" les infestations sur les autres cultures.

Dans tous les cas, une bonne gestion des résidus de récolte et des adventices minimiseront les risques d'attaque d'insectes.

### \* Dates de semis :

Les pics de pullulation des ravageurs dépendent des conditions climatiques, mais aussi des stades de développement de la plante.

Il est donc possible à partir de renseignements précis sur la dynamique des populations au champ, de déterminer des dates de semis permettant à la plante hôte d'échapper aux fortes infestations, et donc à des pertes de productivité significatives.

Dans le cas des foreurs sur maïs, la pratique du semis précoce peu avant l'arrivée des premières pluies, permet à la plante d'échapper aux pullulations maximum à des stades très sensibles (notamment les jeunes plants).

En effet la période à "haut risque" d'infestation, s'étale de mi-juillet (époque des premières pluies) à fin septembre. Il est donc souhaitable si l'on veut minimiser les dégâts, d'effectuer le semis d'hivernage début juin voire mi-juin.

### \* Irrigation :

L'irrigation est un facteur susceptible de modifier la pression parasitaire :

Dans le cas des foreurs, **l'irrigation par aspersion** pratiquée sur sol sableux (*jeeri*) dans la région du delta du fleuve, semble à l'origine d'attaques parfois très violentes (maïsiculture d'hivernage). Mais c'est surtout l'humidité permanente dans les plants due à des arrosages fréquents (surtout à des stades sensibles), qui accroît l'intensité d'attaque de ce type de déprédateurs (cela se

vérifie lors des dissections de tiges et d'épis perforés). Par contre, pour d'autres ravageurs, tels que les défoliateurs et les piqueurs-suceurs, ce type d'irrigation peut avoir un effet limitant (destruction par lessivage des oeufs et jeunes larves à l'éclosion).

En 1991 et 1992, ce mode d'irrigation a également provoqué le développement, en hivernage, d'une maladie bactérienne (due à *Erwinia chrysanthemi*), responsable de la liquéfaction, puis de la destruction totale de certains plants (station de Ndiol). Le traitement des eaux du fleuve dans les bassins de pompage serait alors la seule solution pour remédier à ce type de maladie.

**L'irrigation par gravité**, pratiquée dans les périmètres de la moyenne vallée semble au contraire minimiser les attaques de foreurs. Dans ces périmètres, on peut enregistrer cependant des infestations importantes de pucerons, de thrips et de chenilles défoliatrices.

La fréquence des irrigations, mais aussi le contrôle des excès d'eau seront autant d'éléments à prendre en compte en lutte intégrée.

\* Cultures associées et rotation culturales :

L'influence des associations et des rotations culturales sur le parasitisme n'est pas toujours facile à évaluer.

Dans le cas des cultures associées, l'impact d'un ravageur ayant une gamme élargie de plantes hôtes, peut-être limitée (répartition moins dense sur une culture).

L'inconvénient de certaines rotations culturales est d'offrir la possibilité de transfert de populations d'une culture à une autre (cas d'*Heliothis* lors des rotations maïs-tomate ou maïs-coton, ou de *Sesamia* lors de la rotation de céréales).

La mise en place d'un système de culture suppose donc une compréhension poussée des relations culture hôte-ravageur.

### Faune auxiliaire

La dynamique des populations chez les ravageurs étant naturellement liée à une complexité de facteurs dépendant surtout du milieu, certains agents biologiques de l'écosystème (entomophages et prédateurs) peuvent intervenir dans la répression naturelle de ravageurs.

Le recensement de l'entomofaune utile sur le maïs effectué, de 1990 à 1993, a permis de mettre en évidence un certain nombre de prédateurs et de parasitoïdes de ravageurs tels que les foreurs et les pucerons (voir liste en annexe II).

Le microhyménoptère *Pediobius furvum* Gahan (Eulophidae) est un endoparasite nymphal qui est trouvé régulièrement sur *S. calamistis*. De nombreuses larves parasitées ont ainsi été récoltées en hivernage 1991 et 1992 à Ndiol.

Cependant pour cet auxiliaire, des études d'efficacité au laboratoire doivent être faites afin de savoir s'il a un réel impact.

L'importance des auxiliaires est surtout signalée sur les pucerons (*Rhopalosiphum maidis*) sur lesquels des prédateurs très actifs ont été remarqués notamment *Cheilomenes vicina* Olivier (Coleoptera, Coccinellidae) et *Ishiodon aegyptius* Wiedemann (Diptera, Syrphidae).

La faune auxiliaire, c'est également des prédateurs tels que les arachnides, qui représentent à chaque saison du maïs environ 5% du total des captures d'insectes par les pièges à eau (bacs à fond jaune) (R. Goebel, 1991).

Dans tous les cas, l'abondance des entomophages dans les systèmes de culture irriguée déterminera en priorité les mesures spécifiques à prendre pour les protéger, améliorer leur chance de survie ou stimuler leur action répressive.

### Piégeage sexuel

Le piégeage des ravageurs à l'aide de phéromones sexuelles de synthèse est une technique récente, de plus en plus utilisée dans les programmes de lutte intégrée. Elle vise essentiellement à :

- **Estimer des niveaux de populations adultes de ravageurs** (surveillance) afin de choisir le moment opportun pour les traitements insecticides (moyen de lutte indirecte).
- **Effectuer des captures de masse** avec un nombre important de pièges disposés rationnellement et des répétitions au cours du temps.
- **Empêcher la reproduction du ravageur** dans les zones cultivées par la **confusion sexuelle** (lutte directe). Le principe est de saturer les récepteurs des mâles en inondant les parcelles de phéromones sexuelles, ce qui a pour effet de perturber la recherche du partenaire (donc de l'accouplement). Cette technique intéressante nécessite cependant de s'assurer de la non-fécondation des femelles dans les zones cultivées.

En 1991 et 1992, un système de piégeage sexuel vis-à-vis de *Sesamia calamistis* a été mise en place dans les stations de l'ISRA avec pour objectif une surveillance de ses populations (R. Goebel, 1993).

Malheureusement la phéromone synthétique testée (fournie par l'INRA) s'est révélée inefficace sur ce lépidoptère, alors qu'elle a été testée avec succès au Mali en 1987 et 1988. Par contre, nos pièges ont attiré *Mythimna loreyi*, une autre noctuelle importante du maïs (dégâts foliaires). L'hypothèse que des races géographiques de la même espèce utilisent des "dialectes" phéromonaux différents est avancée (cela a déjà été constaté chez d'autres espèces).

Les investigations dans ce domaine doivent néanmoins se poursuivre car le piégeage sexuel des ravageurs est l'un des moyens de lutte directe ou indirecte les plus prometteurs dans le contexte sahélien.

## Insecticides et traitement de semences

### \* Traitements insecticides en pleine culture :

Les traitements insecticides sur les cultures particulièrement menacées ne peuvent être exclus, à plus forte raison si des solutions immédiates de protection des cultures sont demandées par les agriculteurs (en cas de très fortes infestations de ravageurs). Afin d'anticiper cette demande, des tests de matières actives à faible impact sur l'environnement et la faune auxiliaire, bien ajustés aux dynamiques des principaux ravageurs (calendrier de traitement), doivent être conduits en station ou en milieu paysan.

### \* Traitement de semences :

Cette technique, de par son évolution actuelle, présente un intérêt particulier pour la protection des cultures irriguées en région sahélienne. En effet des insecticides systémiques tels que l'**imidacloprid** (BAYER), protège non seulement la graine et la plantule, mais assure également une protection de la phase végétative (effet garanti pendant un mois).

Des essais sont effectués avec succès sur cotonnier contre les piqueurs-suceurs dans un certain nombre de pays étrangers (Lafuerza, 1992). En France, ce produit est actuellement testé sur maïs vis-à-vis des foreurs (infestations précoce) à l'AGPM (Association Générale des Producteurs de Maïs).

Les résultats de ces tests en France, s'ils se révèlent positifs, intéresseront les programmes de lutte contre le foreur africain *Sesamia calamistis* (première génération très infestante sur le maïs).

## CONCLUSION

Le travail réalisé jusqu'à présent a permis de cerner dans son ensemble les problèmes entomologiques en maïsiculture irriguée dans la région du fleuve Sénégal. A priori, la période d'hivernage est une période à risque de fortes infestations avec, dans le cas des foreurs, des attaques parfois spectaculaires. Durant cette période, on observe également une grande diversité de ravageurs, dont certains ont une gamme de plantes-hôtes élargie. Par ailleurs, le renforcement de la pression parasitaire des foreurs dans des parcelles irriguées par aspersion, nous montre bien l'influence des techniques d'intensification sur les populations d'insectes.

Dans les systèmes de culture où il sera question de véritables successions culturales toute l'année, d'autres éléments devront être considérés. Parmi ceux-ci, les transferts d'entomofaune d'une culture à une autre. Dans ce nouveau contexte, la mise en place de techniques de lutte passera tout d'abord par la compréhension poussée des facteurs susceptibles de modifier l'agrobio-cénose, puis par l'utilisation, à bon escient, de ces mêmes facteurs pour la



régulation des populations de ravageurs. D'une façon générale, il s'agira d'utiliser toutes les facettes de la lutte intégrée de manière à faciliter la mise au point des systèmes de culture performants par les agronomes.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Appert J., 1957 - Les parasites animaux des plantes cultivées au Sénégal et au Soudan. *Gouvernement Général de l'Afrique Occidentale Française, Dakar*. 272 p.
- Bosque-Pérez N. A., Mareck J. H., Dabrowski Z. T., Everett L., Kim S. K., Efron Y., 1989 - Screening and breeding maize for resistance to *Sesamia calamistis* and *Eldana saccharina*. Towards Insect Resistant Maize for the Third World. *Proceedings of the International Symposium on Methodologies for Developing Host Plant Resistance to Insects. CIMMYT (Mexico)*.
- Bourdouxhe L., 1983 - Dynamique des populations de quelques ravageurs importants des cultures maraîchères du Sénégal. *L'Agron. Trop.* 38(2) : 132-148.
- Brénière J., 1979 - Entomologie des cultures maraîchères en Mauritanie. *Rapport de mission du 16 au 24 janvier 1979. IRAT*. 17 p.
- Brénière J., 1981 - Entomologie des cultures vivrières en Mauritanie. *Rapport de mission du 6 au 23 novembre 1981. IRAT*. 29 p.
- Clerget B., 1988 - Programme d'amélioration du maïs pour les cultures irriguées dans la vallée du Sénégal. Cadre et objectifs de recherches. Synthèse des travaux de 1984 à 1988. *CIRAD-IRAT Programme maïs*. 63 p.
- Etienne J., Delvare G., Aberlenc H. P., 1992 - Contribution à la connaissance de l'arthropodofaune associée aux cultures de Casamance (Sénégal). *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura*. Ser. II 24(2), 1992 : 159-193.
- FAO/PNUD, 1978 - Recherches sur la lutte contre les oiseaux granivores (*Quelea quelea*), Phase II. *Rapport terminal (régional). Conclusions et recommandations du projet RAF/73/055*.
- Goebel R., 1991 - Problèmes phytosanitaires en maïsiculture sur le Fleuve Sénégal. Inventaire et suivi des ravageurs. *Rapport d'activités 1990 de l'opération Entomologie. IRAT/ISRA*. 25 p.
- Goebel R., 1992 - Mise en place d'un programme résistance variétale du maïs aux foreurs en zone sahélienne irriguée (fleuve Sénégal) *Actes de la réunion bis-annuelle maïs. Montpellier, Septembre 1991*
- Goebel R., 1993 - Etude de l'efficacité de la phéromone de *Sesamia calamistis* (Lepidoptera : Noctuidae), foreur du maïs dans la région du fleuve Sénégal. Effet de l'attractif sur une autre noctuelle du maïs *Mythimna loreyi*. *Rapport final d'ATP/CIRAD "Mise au point d'avertissement agricole par l'utilisation de pièges à phéromones*. 12 p.
- Goebel R., 1993 - Analyse du complexe parasitaire du maïs sur le fleuve Sénégal. Perspectives de lutte intégrée contre les principaux ravageurs. 108-126, in : *CIRAD-CA/CORAF Réseau Coton/DRA (RCF). Réunion de coordination des recherches phytosanitaires pour la sous-région Afrique de l'Ouest. Bénin, 26-28 janvier 1993, Cotonou*. 193 p.
- Lafuerza A., 1992 - Imidacloprid (Gaucho, Confidor). Insecticide systémique (Nitroguanidine) en cultures cotonnières. *Revue scientifique du Tchad. Vol. II, N°1 et 2*.

□ Moyal P., 1988 - Les foreurs du maïs en zone de savane en Côte-d'Ivoire. Données morphologiques, biologiques, écologiques. Essais de lutte et relation plante-insecte. *Thèse de Doctorat. Editions de l'ORSTOM. Collection Etudes et Thèses. 367 p.*

□ Risbec J., 1950 - La faune entomologique des cultures au Sénégal et au Soudan français. *Gouvernement Général de l'AOF, Dakar. 498 p.*

□ Schmitz, 1969 ? - Problèmes entomologiques dans la vallée du fleuve Sénégal. *Rapport final de mission du 19 février au 1er avril 1969 et du 15 septembre au 14 novembre 1969. FAO. 66 p.*

□ □ □

... / ...

Annexe 1 : ravageurs du maïs recensés sur le fleuve Sénégal  
 1990/1993. Insectes et Acariens

ORDRE/FAMILLE/ESPECE	ORGANES ATTAQUES	SAISON	F
ACARIEN			
<u>Tetranychidae</u>			
<i>Tetranychus urticae</i> (Koch)	Feuilles	SF	++
COLEOPTERA			
<u>Meloidae</u>			
<i>Mylabris holocericea</i> (Klug)	Panicule	HIV "	++
<i>Mylabris pallipes</i> (Olivier)	Panicule	"	+
<i>Coryna argentata</i> (Fabricius)	Panicule	"	++
<i>Psalydolytta vestita</i> (Dufour)	Panicule		++
<u>Scarabaeidae</u> (Cetoninae)			
<i>Diplognatha gagathes</i> (forster)	Panicule /épi	HIV	+
<i>Gametis sanguinolenta</i> (Olivier)	"	"	+
<i>Pachnoda aurentia</i> (Herbst)	"	"	++
<i>Pachnoda consantanea</i> (Schaum)	"	"	++
<i>Pachnoda interrupta</i> (Olivier)	"	"	+++
<i>Pseudoprotactia stolata</i> (Olivier)	"	"	++
<i>Rhabdotis sobrina</i> (Gory et Percheron)	"	"	+
<i>Smaragdesthes guerini</i> (Janson)	"	"	+
<u>Curculionidae</u>			
<i>Tanymecus tessellatus</i> (Marshall)	Feuilles (cornet)	HIV/SF	++
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motschulsky)	Grains stockés	HIV	+++
<i>Pycnodactylus tibialis</i> (Faust)	Epis/gr. laiteux	HIV	+
<u>Coccinellidae</u>			
<i>Henosepilachna elaterii</i> (Rossi)	Feuilles	HIV/SF	+
<i>Exochomus flavipes</i> (Fürsch)	Feuilles	HIV	+
<u>Tenebrionidae</u>			
<i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)	Grains stockés	HIV	++
<u>Bruchidae</u>			
<i>Caryedon sp. aff. cassiae</i> (Gyllenhal)	Epis	HIV/SF	+

Légende : HIV : Hivernage  
 SF : Saison Froide

+++ : Abondant  
 ++ : Peu abondant  
 + : Rare

.../...

DIPTERA			
<u>Muscidae</u>			
<i>Aterigona sp</i>	Tige ataq. /Foreur	HIV/SF	+
<u>Diopsidae</u>			
<i>Diopsis apicalis</i> (Dalman)	Tige ataq. /Foreur	HIV/SF	++
HEMIPTERA			
Heteroptera			
<u>Lygaeidae</u>			
<i>Spilostethus longulus</i> (Fabricius)	Panicule	HIV/SF	+
<i>Graptostethus servus</i> (Mulsant)	Panicule	HIV/SF	+
<u>Miridae</u>			
<i>Creonitades pallidus</i> (Rambur)	base des feuilles	HIV/SF	+
<u>Pentatomidae</u>			
<i>Piezodorus teretipes</i>	Feuille	HIV	++
<i>Scotinophora comuta</i> (Horvath)	Gaine/base de la tige	HIV	++
<i>Eysarcoris inconspicuus</i> (Herrich- Schäffer)	Gaine foliaire	HIV	+
<i>Calidea nana</i> (Hahn et Herrich- Schäffer)	Epis/spathes	HIV	+
<i>Calidea panaethiopica</i> (Kirkaldy)	Epis/spathes	HIV	+
<i>Nezara viridula</i> (Linné)	Feuille/spathes	HIV	+
Homoptera			
<u>Aphididae</u>			
<i>Ropalosiphum maidis</i> (Fitch)	Feuilles/panicule	HIV/SF	+++
<u>Cicadellidae</u>			
<i>Exitianus fasciolatus</i> (Melichan)	Feuilles	HIV/SF	+
<i>Exitianus capicola</i> (Stal)	Feuilles	HIV/SF	+
<i>Cicadullina sp.</i>	Feuilles	HIV	+
ISOPTERA			
<i>Microtermes sp</i>	Tige/epi	HIV/SF	++

Légende :

HIV : Hivernage

SF : Saison Froide

+++ : Abondant

++ : Peu abondant

+ : Rare

.../...

<b>LEPIDOPTERA</b>			
<u>Noctuidae</u>			
<i>Heliothis armigera</i> (Hübner)	Epi Feuille/pan. /epi	HIV/SF	++
<i>Mythimna loreyi</i> (Duponchel)	Tige/epi	HIV/SF	+++
<i>Sesamia calamistis</i> (Hampson)	Jeunes feuilles	HIV/SF	+++
<i>Spodoptera exigua</i> (Hübner)		SF	++
<u>Pyralidae</u>			
<i>Eldana saccharina</i> (Walker)	Tige/epi	HIV	+++
<i>Plodia interpunctella</i> (Hübner)	Grains stockés	HIV	+++
<u>Tortricidae</u>			
<i>Cryptophlebia leucotreta</i> (Meyrick)	Epi	HIV/SF	+
<u>Gelechiidae</u>			
<i>Sitotraga cerealella</i> (Olivier)	Grains stockés	HIV	++
<b>ORTHOPTERA</b>			
<u>Grillidae</u>			
<i>Brachytrupes membranaceus</i> (Drury)	Plantule	HIV	+
<u>Acrididae</u>			
Cyrtacanthacridinae			
<i>Kraussaria angulifera</i> (Krauss)	Feuilles	HIV/SF	++
Oedipodinae			
<i>Ailopus thalassinus thalassinus</i> (Fabricius)	Feuilles	HIV/SF	++
<i>Oedalus senegalensis</i> (Krauss)	Feuilles	HIV/SF	++
Hemiacridinae			
<i>Hieroglyphus daganensis</i> (Krauss)	Feuilles	HIV/SF	++
Eyprepocnemidinae			
<i>Cataloipus cymbiferus</i> (Krauss)	Feuilles	HIV/SF	++
Truxalinae			
<i>Truxalis johnstoni</i> (Dirsh)	Feuilles	HIV/SF	++
<b>THYSANOPTERA (THRIPS)</b>			
<i>Caliothrips impurus</i> (Priesner)	Jeunes feuilles	HIV/SF	+++
<b>DERMAPTERA</b>			
<i>Forficula senegalensis</i>	feuille/spathe	HIV/SF	++

Légende : HIV : Hivernage  
SF : Saison Froide

+++ : Abondant  
++ : Peu abondant  
+ : Rare

Annexe 2 : insectes prédateurs et parasitoïdes du maïs

ORDRE/FAMILLE/ESPECE	HOTE/PROIE	PRESENCE
<p>COLEOPTERA</p> <p><u>Coccinellidae</u></p> <p><i>Cheilomenes vicina</i> (Mulsant)</p> <p><i>Cheilomenes sulphurea</i> (Olivier)</p> <p><i>Cymnus sp.</i></p> <p><i>Chilocorus nigrita</i> (Fabricius)</p>	<p><i>Rhopalosiphum maidis</i></p> <p>"</p> <p>"</p> <p>"</p>	<p>Forte</p> <p>Moyenne</p> <p>Forte</p> <p>Moyenne</p>
<p><u>Carabidae</u></p> <p><i>Chlaenius transversalis</i> (Dejean)</p> <p><i>Brachinus laetus</i> (Dejean)</p>	<p>Proies variées</p> <p>Proies variées</p>	<p>Moyenne</p> <p>Moyenne</p>
<p><u>Staphilinidae</u></p> <p><i>Paederus fuscipes</i> (Curtis)</p>	<p><i>Rhopalosiphum maidis</i></p>	<p>Moyenne</p>
<p>DIPTERA</p> <p><u>Syrphidae</u></p> <p><i>Ischiodon aegyptius</i> (Wiedemann)</p>	<p><i>Rhopalosiphum maidis</i></p>	<p>Forte</p>
<p>HEMIPTERA</p> <p>Heteroptera</p> <p><u>Reduviidae</u></p> <p><i>Coranus aegyptius</i> (Fabricius)</p>	<p>Proies variées</p>	<p>Moyenne</p>
<p>HYMENOPTERA</p> <p><u>Chalcididae</u></p> <p><i>Brachymeria feae</i> (Masi)</p> <p><i>Hyperchalcidia soudanensis</i> (Steffan)</p>	<p>Chrysalide/<i>M. loreyi</i></p> <p>Chrysalide/<i>E. saccharina</i></p>	<p>Faible</p> <p>Faible</p>
<p><u>Eulophidae</u></p> <p><i>Pediobius furvum</i> (Gahan)</p> <p><u>Braconidae/Microgastrinae</u></p> <p><i>Cotesia sesamiae</i> (Cameron)</p>	<p>Chrysalide/<i>S. calamistis</i></p> <p>Cocons blancs trouvés sur larve <i>S. calamistis</i></p>	<p>Forte</p> <p>Forte</p>
<p>NEUROPTERA</p> <p><u>Chrysopidae</u></p> <p><i>Chrysopa sp.</i></p>	<p>Puceron <i>R. maidis</i></p>	<p>Moyenne</p>

□ □ □

# La motorisation de la riziculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal

□ □ □

S. Kanté

Agro-machiniste, ISRA , BP 240, Saint-Louis, Sénégal

Devant la stagnation de la production des cultures pluviales, l'autosuffisance et la sécurité alimentaires du pays dépendront désormais, pour une grande part, de l'extension et de l'intensification de l'agriculture irriguée. Dans ce but, l'Etat sénégalais a consenti beaucoup d'efforts financiers pour développer l'agriculture sévèrement touchée par les aléas climatiques. La construction et la mise en valeur des barrages de Diama et Manantali sur le fleuve Sénégal, l'aménagement de 50.000 ha irrigués en sont des exemples concrets.

Toutefois, l'objectif d'intensification de la culture irriguée dans la vallée du fleuve, notamment la rentabilisation des investissements par la double culture annuelle exige des moyens et des changements importants dans les modes actuels de production paysanne. Le recours à la motorisation des travaux est l'un des moyens permettant d'atteindre cet objectif. En effet, elle peut faciliter l'augmentation des superficies cultivées, la levée des contraintes de temps liées à la réalisation de la double culture annuelle par la rapidité d'intervention et l'emploi de matériel adapté. Dans cette région, l'utilisation de la motorisation agricole est relativement ancienne. Les premières machines ont été introduites après la deuxième guerre mondiale. Jusqu'à une date récente, les paysans ont été peu impliqués, néanmoins, ils ont acquis une expérience qui leur sera utile pour prendre le relais de la SAED dans la gestion de cette motorisation.

Ce document, après une présentation des opérations motorisées, rappelle les principales phases d'évolution de la motorisation agricole dans la vallée du fleuve Sénégal. Il expose ensuite les conditions et les contraintes de son utilisation par les paysans.

## LES TRAVAUX MOTORISÉS

La mécanisation, traction animale ou motorisée, regroupe l'ensemble des outils et des machines pouvant intervenir en culture manuelle, en culture attelée, et en culture motorisée, pour toutes les opérations, depuis le défrichement et l'aménagement des terres jusqu'à la transformation pour le séchage et la vente des produits récoltés. Le terme "mécanisation" recouvre les notions de

recherche, de développement, de production, d'entretien et de réparation. Il s'applique aux outils, instruments, machines et équipements permettant aux agriculteurs d'accroître la productivité de leur travail. Il ne faut pas confondre la mécanisation avec la motorisation qui n'en est qu'une forme particulière. En outre, la mécanisation ne se résume pas simplement à l'introduction d'outils adaptés, mais peu remettre fondamentalement en cause le type d'agriculture existant, la dimension des exploitations, le problème de son plein emploi, ainsi que les cultures envisagées. A ce titre, elle doit donc être étudiée sous l'angle des systèmes de production. Elle exige en outre d'être menée conjointement avec des programmes de formation et la création d'ateliers de fabrication et d'entretien. Elle s'insère dans un projet global.

Traditionnellement la majorité des opérations culturales et de post-récolte était manuelle. C'est encore le cas dans de nombreuses exploitations de la moyenne vallée. Dans cette zone, la traction animale, communément utilisée pour le transport et pour les cultures pluviales, s'étend timidement aux cultures irriguées. La motorisation de certains travaux est développée dans le delta et quelques grands périmètres de la moyenne vallée. Les opérations motorisées, à des degrés divers, sont le pompage, le travail du sol, la récolte, le battage et la transformation.

### Le pompage

Les techniques d'irrigation et de pompage ont suivi l'évolution des aménagements. La submersion contrôlée voit le jour avec l'endiguement de la rive gauche du fleuve en 1964 (aménagements primaires) mais ses limites techniques vont pousser la SAED<sup>1</sup> à concevoir un réseau de canaux et de diguettes pour améliorer l'inondation des plaines (aménagements secondaires). Avec la sécheresse de 1968, ces améliorations se sont avérées insuffisantes. Des stations de pompage ont alors été installées pour assurer la submersion des cuvettes. Ce fut l'étape des périmètres secondaires améliorés. Ces derniers constituent la transition vers les aménagements tertiaires réalisés progressivement à partir du début des années 1970, qui permettent un contrôle total de l'irrigation et du drainage.

Les Grands Aménagements (GA), alimentés en eau par de puissantes stations de pompage coûtent très cher. C'est pourquoi des Périmètres Irrigués Villageois (PIV), utilisant un Groupe Moto-Pompe (GMP), d'un coût moindre et correspondant mieux à une gestion par les producteurs, ont été ensuite réalisés. De la synthèse de ces GA et PIV découleront les périmètres intermédiaires composés d'Unités Autonomes d'Irrigation (UAI). C'est le cas des aménagements où évoluent les SUMA<sup>2</sup> de Nianga et les GUMA<sup>3</sup> de Ndombo/Ntiago. Il

---

1 SAED : Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve et de la Falémé

2 Section d'Utilisation du Matériel Agricole

3 Groupement d'Utilisation du Matériel Agricole



faut attendre les années 1990 pour voir les Périmètres Privés (PP), alimentés en eau par des GMP, se multiplier dans le delta. En 1992, leurs superficies sont supérieures à celles des aménagements SAED (Tableau 1).

	GA	PIV	UAI	PP
Localisation	Dagana Podor	Podor, Matam, Bakel	Dagana Podor	Dagana Podor
Superficie totale en ha	11 410	19 160	3 860	19 000
Sup. moy. aménagement en ha	1 600	30	200	30
Alimentation	Station de pompage	GMP	GMP	GMP
Gestion	SAED, puis paysans	paysans	paysans	paysans

Source : D'après Kanté 1993 et informations techniques SAED.

**Tableau 1 : les aménagements et les techniques de pompage dans la vallée**

## Le travail du sol

Le travail du sol est généralement effectué en sec. Il s'agit du labour, du travail au cover-crop ("l'offset") et du billonnage.

**Le labour** est réalisé avec des charrues à socs à des profondeurs variables, en sec, en motorisation, ou sur sol ressuyé en traction animale. Il est parfois suivi d'une reprise croisée à "l'offset" (cover-crop). Son exigence en énergie et son coût élevé sont ses inconvénients majeurs. Abandonné depuis quelques années dans le delta, il semble bénéficier auprès des producteurs d'un regain d'intérêt. Les paysans de la moyenne vallée le pratiquent toujours en culture attelée. Le labour permet de lutter contre les mauvaises herbes, d'enfouir des résidus végétaux et d'obtenir un profil cultural favorable au développement racinaire des plantes.

**Le travail superficiel** à "l'offset" en un seul passage est la technique la plus répandue. La diffusion du semis à la volée, moins exigeant en préparation du sol, en remplacement du semis en ligne, a permis la réduction progressive du nombre de passages, en supprimant tout d'abord le labour, puis le second passage d'offset. La quasi totalité des superficies cultivées se prépare en sec entre janvier et mars pour la culture de la contre-saison chaude, et en juin et juillet pour celle de l'hivernage. La possibilité de travailler dans d'autres conditions d'état du sol (humide, boueux), un parcellaire aux dimensions réduites, conduit à proposer de nouvelles techniques de préparation des sols en complément ou en remplacement de celles existantes. Celles-ci supposent

l'emploi de machines mieux adaptées à ce parcellaire et aux exigences de la double culture.

**Le billonnage** est pratiqué sur les périmètres irrigués cultivés en tomate, maïs et arachide. Il consiste à former des billons et des sillons, qui permettent l'irrigation gravitaire et évitent le contact de l'eau avec le collet ou les fruits de certaines plantes sensibles à l'eau stagnante. Il suit un labour ou un passage de cover-crop.

**Le non-travail du sol** a été diffusé ces dernières années. Il a été rendu possible avec l'utilisation d'herbicides efficaces. Le gain de temps constitue l'avantage principal de cette technique. Cependant sa pratique rend plus difficile la lutte contre les mauvaises herbes. Des tests comparatifs de travail et de non-travail du sol effectués dans la vallée, ont montré qu'il n'y avait pas de différences significatives de rendement en riz irrigué (Courtessole 1991).

### La mise en place et l'entretien des cultures

La SDRS (Société de Développement du Riz au Sénégal) pratiquait le semis mécanique en ligne. Dans les années 1960, la vulgarisation du semis manuel à la volée en prégermé à la place du semis mécanique, a été rendue possible par la diffusion de l'entretien chimique des cultures. Les traitements herbicides à l'aide de pulvérisateurs à dos à pression entretenue manuellement sont généralisés dans le delta. Le repiquage existe dans la moyenne vallée.

### La récolte et le battage

Traditionnellement manuels, à la faucille et au bâton, la récolte et le battage sont aujourd'hui mécanisés à plus de 50% dans le delta et moins de 10% pour le reste de la vallée.

Avant 1960, la SDRS utilisait des moissonneuses batteuses. Les tentatives de la SAED avec ces machines ont été des échecs économiques dus à leurs médiocres performances et aux faibles rendements des parcelles (< 1,5 t/ha) (Wanders 1974). Des moissonneuses batteuses furent aussi testées en gestion paysanne pendant 4 campagnes à partir de 1977 à Dagana (Gaé) et pendant une campagne à Guédé sans plus de réussite. La SAED a aussi utilisé des batteuses entre 1965 et 1985.

Quand la SAED s'est désengagée, des groupements paysans et des privés se sont équipés de moissonneuses-batteuses de grandes puissances (plus de 74 kW, largeur de travail 4,2 m). Ces machines se sont avérées rentables dans les conditions d'utilisation rencontrées ces dernières années. Certes, il y a quelques contre-performances qui sont dues à l'inadéquation des gabarits des machines au parcellaire et à un manque de maîtrise technique de la part des utilisateurs.

transformation

Trois types d'installation existent : les décortiqueuses villageoises, les mini-rizeries et les rizeries industrielles. Les méthodes manuelles (mortier et pilon) ne se rencontrent que dans la moyenne vallée.

L'installation des décortiqueuses villageoises, en général de type Engelberg (axe de décortilage métallique), est antérieure à celle des rizeries industrielles SAED qui datent de 1971. D'une dizaine, le nombre de décortiqueuses est passé à 140 unités en 1985, puis 300 en 1992 (Tandia et Havard 1992). Elles transforment plus de la moitié de la production de paddy de la vallée (145 000 t en 1992/93). Les mini-rizeries sont apparues en 1991 à Ronkh et à Ntiago. Depuis, leur nombre a augmenté avec les perspectives de désengagement de la SAED de la collecte et de la transformation du riz, pour atteindre 20 unités en 1993.

ÉVOLUTION DE LA RIZICULTURE MOTORISÉE DANS LA VALLÉE

Le tableau 2 présente des données sur le parc de matériels agricoles et de pompage à des années charnières de l'évolution de la riziculture dans la vallée du Fleuve : la SDRS, les années de création puis de désengagement de la SAED et la situation actuelle.

Années	1958	1985	1992
Sup. cultivées en ha	6 000	17 330	32 340
Tracteurs	72	80	200
Moissonneuses-batteuses	52	2	60
Batteuses	1	85	4 00
Groupes motopompes	1	350	1 200

Sources : D'après Chateau 1959, Kanté 1993, SAED, 1990

**Tableau 2 : évolution de la motorisation dans la vallée du fleuve**

Les premières expériences de motorisation

Le Sénégal a connu de nombreuses expériences de motorisation agricole qui pour la plupart se sont soldées par des échecs économiques. Les premières tentatives ont été initiées dans le bassin du fleuve Sénégal après la deuxième guerre mondiale. 1935 vit la création d'un organisme d'étude, la MAS (Mission d'Aménagement du Sénégal) qui a réalisé de nombreux travaux ayant débouché sur trois expériences transitoires entre l'agriculture traditionnelle et la riziculture irriguée.

La première a été amorcée en 1945 dans la moyenne vallée avec la création de l'Organisation Autonome de la Vallée (OAV) et de l'Organisation Autonome du Delta (OAD). Les paysans organisés en coopératives étaient peu encadrés. Néanmoins, l'organisme d'intervention réalisait le travail du sol sur les parcelles paysannes.

La création de la SDRS en 1947 constitue la deuxième expérience sur le casier rizicole de Richard-Toll. Les travaux du sol et la récolte étaient assurés par une motorisation lourde. Seuls quelques agriculteurs étaient impliqués. Elle sera remplacée par un organisme privé (ORTAL) qui lui même laissera la place à la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) en 1972.

Le colonat de Richard-Toll a été la troisième expérience. Il a été créé en 1957 dans le but d'impliquer les paysans regroupés en coopératives à la production. Ces paysans bénéficient de prestations mécanisées en travail du sol et d'un encadrement rapproché.

Les matériels utilisés étaient des motopompes diesel, des tracteurs à chenilles avec des charrues à disques et des cover-crop pour le travail du sol, des semoirs à céréales en ligne pour le semis en sec et des moissonneuses-batteuses pour la récolte et le battage.

### L'impact de la SAED et des projets

#### La SAED prestataire de services mécanisés (1965-1986)

Initialement limitée au delta, la SAED étend progressivement sa zone d'action le long du fleuve. La promotion d'une riziculture intensive mécanisée fut sa mission.

L'organisation sociale de la production était basée dans un premier temps sur le colonat. C'était l'époque de la politique de peuplement des périmètres irrigués. L'évolution des aménagements s'est accompagnée d'une modification de l'organisation sociale par la création de Groupements de Producteurs (GP) en cohérence avec le maillage hydraulique. Mais la taille importante des matériels mis en oeuvre impliquait une gestion centralisée au niveau de la SAED. Ainsi les paysans recevaient des services mécanisés subventionnés mais ne participaient pas à la gestion des équipements.

Pendant cette période les superficies aménagées par la SAED ont atteint 26.800 ha. Le semis mécanique en ligne est remplacé par le semis manuel à la volée en prégermé. Ce changement de mode de semis est suivi par une simplification des techniques de préparation des sols. En effet le semis manuel à la volée dans la boue se satisfait d'une préparation moins soignée du lit de semences que le semis mécanique en ligne. Les tracteurs à chenilles utilisés en travail du sol sont progressivement remplacés par les tracteurs à roues.

En 1985, le parc se composait de tracteurs de 33 kW à 80 kW à 2 et 4 roues motrices, de batteuses à moteurs de 600 à 1.000 kg/h, de quelques moisson-

neuses-batteuses. Pour en faciliter la gestion, la SAED avait uniformisé son parc de tracteurs. Ils étaient utilisés en colonne de labour composées de modèles de 60 à 80 kW, accompagnés d'un petit tracteur assurant l'approvisionnement (Havard 1990).

### L'apport des projets

Entre 1965 et 1993, de nombreux projets ont introduit et testé des matériels d'origines diverses dans la vallée : chinoise pour les motoculteurs et les moissonneuses à Guédé et à Gaé, italienne à Podor en motorisation intermédiaire (Italimpianti 1983), allemande pour les SUMA de Nianga et Japonaise à Ntiago.

Il faut attendre les années 70 pour voir les premières expériences de gestion paysanne de matériels motorisés. Elles entrent dans le cadre du processus de désengagement de l'Etat avec son corollaire de responsabilisation des producteurs, comme les CUMA de Guédé et de Dagana (Gaé) respectivement en 1975 et 1977. Ces tentatives se sont poursuivies dans les années 80 avec la CUMA et les SUMA de Nianga et avec les GUMA de Ndombo-Ntiago en 1981.

Ces expériences de gestion paysanne de matériels agricoles sont des modèles de mutation dans la recherche d'un type nouveau d'organisation adapté à la responsabilisation paysanne.

Chacun de ces projets développait sa propre approche. Le manque de coordination des actions de mécanisation entre, d'une part, la SAED et les projets et d'autre part, entre les projets eux-mêmes, peut être considéré comme l'une des plus importantes lacunes de ces expériences.

Par ailleurs, les unités motorisées ont été mal gérées par les paysans. La non participation de ces derniers au financement des équipements est une des raisons souvent avancées pour expliquer cette situation. La seule contrepartie demandée aux groupements concernés était l'ouverture de deux comptes bancaires : un compte courant pour le fonctionnement et un compte bloqué d'amortissement pour le renouvellement des équipements.

Mais pour des raisons diverses les dotations prévues n'ont jamais été intégralement versées. 4 SUMA sur 11 à Nianga sont déficitaires lors de leur deuxième exercice et 2 seulement ont pu avoir l'apport personnel nécessaire pour renouveler leur tracteur en 1992. Pour le projet de Ndombo-Ntiago la situation n'est guère meilleure (Tableau 3).

Ceci explique en partie le recours à un prêt CNCAS lors du renouvellement du matériel en 1989, les provisions de ces comptes servant d'apport personnel. Seul le groupement A de Ndombo a pu renouveler son tracteur sans prêt (Kanté 1990).

Années	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1987/88
Somme à verser en FCFA	2 126 400	8 327 199	8 519 245	9 579 099	40 700 476
Somme réellement versée en %	100	59	61	59	60

Source : D'après Dokithonon 1987 et les informations du conseiller agricole de la SAED à Ndombo.

**Tableau 3 : situation des comptes d'amortissement des groupements de Ndombo**

### Les leçons à tirer

Cet historique de la mécanisation permet de faire quelques commentaires :

- ce qu'on peut appeler la première mécanisation (motorisation lourde), s'est avérée, dans un premier temps, inadaptée aux capacités techniques et économiques des producteurs ;
- sur le plan technique, la gestion d'équipements lourds en régie par la SAED a peu profité aux producteurs ;
- le manque de coordination des projets intervenant dans le domaine de la mécanisation et la grande diversité des marques qui en résulte sont considérés comme des lacunes importantes de ces expériences ;
- les actions d'accompagnement (formation des utilisateurs, réseau de maintenance du matériel et fourniture de pièces de rechange, suivi technique, études socio-économiques d'impact, *etc.*) nécessaires à l'introduction et au maintien de technologies nouvelles ont été insuffisantes ;
- ces expériences, ont permis de tester de nombreux matériels et d'acquérir des références d'utilisation.
- indirectement, les paysans en ont tiré quelques connaissances sur la gestion et l'utilisation des matériels ; certains ont reproduit par la suite avec leurs propres équipements les modes d'organisation de chantier pratiqués par la SAED.

Dès lors, on peut se poser la question de savoir si les résultats peu encourageants de ces expériences ne sont pas le fait de matériels inadaptés et des conditions d'utilisation, ou d'un environnement institutionnel ou socio-économique défavorable.

### Le désengagement de la SAED des activités productives

La SAED : priorité aux activités de formation et de conseil.

Dans la vallée du fleuve Sénégal, la dynamique agraire a été marquée ces dernières années par des mesures institutionnelles allant dans le sens du désengagement de l'Etat des activités productives directes. Le relais a été pris par les producteurs organisés ou individuels et par le secteur privé dans le do-

maine des services agricoles (crédit, fourniture d'intrants, travail du sol, récolte, battage, transformation, commercialisation, *etc.*).

La poursuite d'une telle politique agricole et l'ampleur des transferts de technologie inhérents à la motorisation nécessitent la mise en place d'un système d'encadrement adapté à ces nouvelles situations. Désormais la formation des producteurs prend le pas sur les autres activités.

La SAED voit ainsi une évolution notable de son statut juridique, de sa stratégie et ses modalités d'intervention. Elle passe d'une société interventionniste, providentielle à une société "modeste" ne s'occupant que des services publics : formation, suivi-évaluation et appui-conseil.

### Le crédit agricole : un outil indispensable

A partir de 1987, une nouvelle politique favorable à l'équipement des producteurs et des privés va naître. En effet, la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS) ouvre une agence à Saint-Louis. Elle propose des crédits de campagne et d'équipement.

Le montant de ses crédits d'équipement passe de 24.000.900 FCFA en 1987-88 à 332.536.763 FCFA en 1988-89 pour atteindre 1,4 milliards entre 1988 et 1991, année où elle observera une pause à cause d'un taux élevé d'impayés (Havard 1991). Ces mauvais résultats ne sont pas imputables à un manque de rentabilité de la mécanisation, mais le plus souvent à une utilisation des prêts à d'autres fins et des recettes des prestations de service au financement d'autres activités. Pourtant la motorisation du travail du sol, de la récolte et du battage est rentable comme le montrent les résultats des suivis ISRA (Kanté 1991 et 1993).

Le projet FED/PME<sup>4</sup> accordera moins de 1 milliard de FCFA de prêt d'équipement. Le projet FED/AHA<sup>5</sup>, sur des périmètres de la délégation de Podor, a financé environ 380 paires de boeufs, des matériels de traction animale, 300 batteuses votex et des groupes motopompes pour une valeur de 300 à 400 millions de FCFA.

Les fournisseurs pratiquent des crédits particuliers sans intérêts qui couvrent l'apport personnel et même le financement de matériel.

Au total, entre 1988 et 1993, le marché annuel est évalué entre 1 et 1,2 milliards de FCFA. Cette somme est équivalente à celle investie annuellement par la SAED entre 1980 et 1987, sur la base des prix en 1990 (Havard, 1993).

L'augmentation des superficies dans le delta est due principalement aux périmètres privés. Ces derniers sont mis en valeur en grande partie grâce à l'aug-

4 FED/PME : Fonds Européen de Développement pour les Petites et Moyennes Entreprises

5 FED/AHA : Fonds Européen/Aménagement Hydro-Agricole

mentation du parc de matériel agricole et de pompage financés sur prêts. En effet, entre 1985 et 1992 (tableau 2) le parc de matériel a plus que doublé. Mais il est concentré dans le delta : 50% des GMP, 95% des moissonneuses-batteuses, 75% des tracteurs, 30% des batteuses, 75% des décortiqueuses, 40% des moulins et 12 des 14 rizeries installées.

## LA GESTION PAYSANNE DE LA MOTORISATION

Dans cette phase de désengagement de la SAED, les organisations paysannes existantes (Sections Villageoises (SV), Groupements d'Intérêt Economique (GIE), Coopérative d'Utilisation de Matériels Agricoles (CUMA) ont joué un rôle capital. Depuis 1987, elles ont pris en charge avec le secteur privé, grâce à l'appui du crédit agricole, des activités de mécanisation dont la SAED fut jadis l'actrice principale. Les résultats présentés ici concernent essentiellement les matériels gérés par les OP.

Les agriculteurs passent ainsi du statut d'assistés à celui d'entrepreneurs devant s'armer d'un esprit d'initiative et d'un sens aigu des responsabilités pour relever de nouveaux défis : choix technologique, gestion du matériel, gestion du crédit... Ils feront face à de multiples contraintes mais bénéficieront d'un contexte favorable.

### Les contraintes à la gestion paysanne de la motorisation

Des contraintes de divers ordres vont s'opposer à l'appropriation de la motorisation par les organisations paysannes (OP).

Sur le plan économique, elles sont de natures diverses. Le coût des matériels est élevé. Ceux-ci sont hors de portée des paysans individuels et grèvent lourdement le budget de ceux regroupés en GUMA. Les taxes douanières, fiscales et les marges des acteurs de la filière du machinisme agricole constituent un frein pour le développement de la motorisation. En 1988, les prix des matériels rendus à Rosso sont augmentés de 60% par les services (part payée aux acteurs de la filière machinisme : transporteurs, assureurs, importateurs,...) auxquels s'ajoutent taxes par rapport au prix FOB (Free Off Board) départ de l'Europe (Bordet 1989). Les conditions d'accès au crédit sont difficiles : apport personnel important, durée du prêt relativement courte, taux d'intérêt élevé (13%, 14,5%, 15,5%, 17,5% respectivement en 1988, 1989, 1992 et 1993).

Les contraintes techniques demeurent importantes. Elles sont le plus souvent liées à une compétence insuffisante des utilisateurs sur les réglages des matériels et les conditions de leur utilisation. Les paysans sont insuffisamment formés et informés pour mener à bien leurs nouvelles fonctions.

La plupart des gestionnaires actuels ne sont pas habitués à chercher les informations techniques et économiques nécessaires à l'accomplissement de leur



tâche. Ces informations ne sont d'ailleurs pas toujours disponibles sous une forme accessible. Le faible taux d'alphabétisation du personnel chargé de la gestion des équipements pose entre autre le problème de l'assimilation des informations techniques liées à la conduite et à l'entretien des machines. La structure parcellaire inadaptée à des matériels de forte puissance, influe négativement sur les performances des matériels.

### Un contexte favorable à la motorisation

L'appropriation et la gestion paysanne de la motorisation ont bénéficié d'un contexte favorable :

- l'existence de lignes de crédits, pour GIE utilisables pour le financement des matériels et des prestations de services en travail du sol ;
- une forte utilisation du matériel grâce à l'étalement des travaux en simple culture ou en deux cultures sur des parcelles différentes ;
- des prix de prestations rémunérateurs permettant de rentabiliser les matériels sur une courte période : en 3 ans et en 3.000 h de fonctionnement pour un tracteur de 75 kW effectuant un travail du sol payé de 14 à 17.000 FCFA/ha, en 3 à 4 ans et 2.500 h pour une moissonneuse-batteuse de 88 kW et 4,2 m de largeur de travail, recevant 20% de la production vendue à 85 FCFA/kg ;

### Des performances économiques intéressantes

Quelques données synthétiques des travaux menés par l'ISRA de 1989 à 1993 sur les équipements gérés par des paysans sont consignées dans les tableaux 4 et 5. Ceux-ci récapitulent, pour une machine, l'évolution moyenne des superficies annuelles en récolte-battage, en travail du sol, et celle du bilan économique. Ce dernier prend en compte les frais d'achat, les apports personnels, les annuités bancaires et toutes les charges de fonctionnement.

Sur 4 ans, la superficie moyenne annuelle récoltée par machine est de 270 ha. La réduction importante des performances dès la deuxième année est due en grande partie aux pannes qui peuvent immobiliser ces machines plusieurs jours. Elle est due aussi à une augmentation du nombre de machines et à une réduction des marchés en contre-saison par la diminution des superficies. En extrapolant ces données à l'ensemble du parc de moissonneuses-batteuses, la récolte mécanisée annuelle concernerait 16.200 ha dans la vallée.

En quatre ans, le bilan économique global dégage un surplus de 10 millions de FCFA, l'ensemble des dépenses étant remboursé. Ces résultats économiques intéressants seraient plus nuancés aujourd'hui, car les prix des prestations ont diminué (de 20 à 15% en 1990) et les prix des matériels et du carburant ont augmenté.

Années		1	2	3	4
Superficie travaillée en ha		390	280	180	225
En millions FCFA	Recettes	23	16	10	12
	Dépenses	18	12	11	10
	Bilan	5	4	-1	2

Légende : Moissonneuse batteuse de 88 kW, 4,2 m de largeur de travail.

Source : Suivis ISRA

**Tableau 4 : évolution des performances annuelles moyennes d'une moissonneuse batteuse achetée à crédit.**

Sur le plan de la trésorerie, le tableau 4 montre que les charges en première année sont très élevées à cause de l'apport personnel. Les propriétaires sont alors contraints de travailler beaucoup.

A l'issue de la quatrième année, sur la base de 0,4 ha/h, le temps de travail total de la machine est de 2.700 h, soit plus de 650 h/an. A ce stade, une moissonneuse-batteuse n'est pas totalement amortie, elle peut encore rendre service, mais avec moins de fiabilité que lors des premières campagnes.

Sur 4 ans, la superficie moyenne annuelle travaillée par tracteur est de 830 ha. L'augmentation des performances en deuxième année est due en grande partie à l'augmentation des superficies cultivées du delta qui n'est pas compensée par une augmentation du nombre de tracteurs. La tendance à la baisse qui se dessine à partir de la troisième année est liée aux diverses pannes qui peuvent immobiliser les tracteurs plusieurs jours et à une augmentation du parc alors que les superficies cultivées stagnent voire diminuent suite aux difficultés d'accès au crédit. En extrapolant ces données à l'ensemble des tracteurs, le travail du sol motorisé serait possible sur 166.000 ha par an dans la vallée. Les superficies cultivées ne dépassent guère 40.000 ha dans le delta et 65.000 ha pour l'ensemble de la vallée. Ceci signifie que le parc existant peut travailler l'ensemble des superficies. Cette offre supérieure à la demande peut expliquer la baisse des coûts des prestations qui dans certains cas sont descendus jusqu'à 12.000 FCFA/ha. Cependant tous les tracteurs ne font pas 75 kW et tous n'ont pas assez de marché ou ne sont pas en état de travailler autant, beaucoup ont été achetés d'occasion. Une hypothèse de 400 ha par an et par tracteur serait plus plausible.

En quatre ans, le bilan économique global dégage un surplus de 15 millions de FCFA, l'ensemble des dépenses étant remboursé. Ces résultats économiques intéressants seraient différents aujourd'hui, car non seulement le parc de tracteurs a augmenté, mais les prix des prestations ont diminué de 17.000 à 15.000 FCFA/ha en 1991 alors que les prix des matériels et du carburant augmentaient.

Années		1	2	3	4
Superficie travaillée en ha		747	1000	867	700
En millions FCFA	Recettes	13	16	13	10
	Dépenses	11	10	9	7
	Bilan	2	6	4	3

Légende : Tracteur de 75 kW, cover crop de 28 disques, 3 m de largeur de travail.

Source : Suivis ISRA

**Tableau 5 : évolution des performances annuelles moyennes en travail du sol d'un tracteur équipé d'un cover crop ; l'ensemble est acheté à crédit.**

Sur le plan de la trésorerie, le tableau 5 montre que les charges en première année sont très élevées à cause de l'apport personnel.

A l'issue de la quatrième année, sur la base de 0,8 ha/h, le temps de travail total est de 4.150 h, soit plus de 1.000 h/an. A ce stade, un tracteur n'est pas totalement amorti, il peut travailler de façon importante encore une année ou deux.

Malgré la rentabilité relative de l'activité mécanisation, les performances techniques sont moyennes par rapport au potentiel des machines, surtout pour les moissonneuses batteuses.

Avec les conditions actuelles et les perspectives économiques qui deviennent de moins en moins favorables aux prestations de services (fragilité de la filière, concurrence, baisse des prix de prestation et du paddy, augmentation du carburant,...), les alternatives possibles passent par une meilleure gestion du matériel. Des marges de progrès importantes sont possibles en améliorant la compétence des utilisateurs à tous les niveaux par des actions de formations et d'appui-conseil adaptées.

## VERS UNE NOUVELLE APPROCHE DE RECHERCHE- DÉVELOPPEMENT EN MACHINISME AGRICOLE

Devant les multiples problèmes rencontrés par les producteurs de la vallée, il n'est pas besoin de démontrer l'importance et la nécessité d'une définition d'actions conjointes entre la recherche et le développement agricole. La réflexion menée dans ce sens a conduit à la mise en place d'un comité de recherche/développement regroupant l'ISRA, la SAED et les OP. Les mécanismes mis en place, s'ils fonctionnent bien, permettent aux OP de se prononcer sur les décisions concernant leur avenir facilitant ainsi une diffusion plus rapide et plus efficace des résultats de la recherche. Compte tenu de l'originalité de ce type de recherche, il s'avère nécessaire de forger une approche nouvelle.

La méthodologie utilisée peut être définie comme un ensemble de démarches raisonnées pour appréhender la gestion technique et économique du matériel agricole par des OP et des entrepreneurs de travaux agricoles (Kanté 1991). Reposant sur le principe d'implication des acteurs, elle vise trois objectifs principaux :

- a- suivre et appuyer les OP et les entrepreneurs dans le choix et la gestion des équipements ;
- b- élaborer des référentiels techniques et économiques sur l'utilisation de ces matériels en conditions paysannes ;
- c- suivre l'évolution de la motorisation : enquêtes et tests de matériels.

L'ISRA s'est proposé de mettre en oeuvre des actions sur les matériels agricoles et de pompage acquis au début de l'année 1989, par quelques SV. Une partie des résultats obtenus, répondant aux objectifs a et b ci-dessus, a été présentée dans ce document. Les enquêtes et les tests de matériels ont fait l'objet d'autres publications.

Ces résultats montrent que les conditions économiques du marché des prestations de services mécanisés sont jusqu'ici favorables, mais font apparaître de la part des OP un manque de rigueur et de prévision dans la gestion des équipements. Ceci se traduit par des performances techniques très moyennes des matériels. Ces conditions économiques favorables ont permis aux producteurs de prendre en charge la motorisation du pompage, du travail du sol, de la récolte et du battage, mais à quel prix ? En effet la CNCAS qui a financé ces équipements enregistre un taux d'impayés très élevé principalement pour les crédits de campagne. La multiplication des aménagements privés et l'augmentation du degré de mécanisation illustrent la réussite de cette dynamique d'équipement des producteurs. Des contraintes demeurent et la situation est fragile (la quasi totalité des équipements est importée).

Des besoins importants existent dans le domaine de la formation technique des chauffeurs et mécaniciens (entretien, maintenance et surtout réglage et utilisation au champ). Cette demande n'est pas formulée explicitement par les producteurs, car ils manquent de références et de connaissances sur les conditions et les possibilités d'utilisation des équipements motorisés. Cette formation technique doit concerner directement les utilisateurs et non pas seulement les conseillers et encadreurs. Elle doit être effectuée en conditions réelles chez les producteurs. Pour sa mise en oeuvre, la participation des concessionnaires de matériels est indispensable

La prise en charge de la gestion de la motorisation par des paysans et des privés fait apparaître la nécessité de mettre en place des cycles de formation sur la gestion technique et économique d'équipements agricoles. Ces cycles doivent être adaptés au contexte de la vallée du fleuve et prendre en compte les références obtenues par les suivis de l'ISRA. Là encore, la demande des

producteurs ne s'exprime pas comme il faut, par manque de connaissance de ces derniers. En collaboration avec l'ISRA, la SAED et les Organisations Paysannes Fédératives (OPF) ont un rôle capital à jouer pour la diffusion et la vulgarisation des résultats. Cette formation en gestion doit être complétée par un dispositif d'appui-conseil en mécanisation agricole, particulièrement pour l'étude de projets d'équipements, l'appui aux producteurs et aux privés pour l'élaboration et l'analyse de comptes d'exploitation et de plans de trésorerie.

Les nouveaux défis à relever par les OP et les privés concernent la privatisation de la collecte et de la transformation du paddy.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Bordet D., 1989. Critères économiques pour la définition des choix de mécanisation. Cas de la riziculture dans les périmètres irrigués du fleuve. Dans : "l'économie de la mécanisation en régions chaudes" Actes du IX<sup>e</sup> séminaire d'économie rurale, 12 au 16 septembre 1988, Montpellier.
- Chateau R., 1959. Situation de la riziculture mécanique à Richard-Toll. *CMA-OM. Bulletin de liaison* 17, p.22-24.
- Courtessole P., 1991. Compte-rendu des essais de travail du sol dans deux sols d'aménagement hydro-agricole de la vallée du fleuve Sénégal (1976-1984). *IRAT, Montpellier*, 33 p.
- Demaret O., 1991. Motorisation dans la vallée du fleuve Sénégal. Stratégie et dynamique d'équipement des différents prestataires de service. *Mémoire de fin d'études. Montpellier, CNEARC*, 123 p.
- Dièye M., 1990. Le battage mécanique du paddy dans la vallée du fleuve : contraintes à l'utilisation des batteuses à partir d'études de cas. *Mémoire de fin d'études, option Machinisme Agricole. Thiès, INDR*, 120 p.
- Dokithonon J., 1987. L'expérience de la mécanisation de Ndombo Thiago au service des nouvelles SUMA. *SAED, 1987. Rapport dactylographié*, 35 p.
- Havard M., 1990. Etude et évaluation des systèmes mécanisés. L'exemple du delta du fleuve Sénégal. *Les Cahiers de la Recherche Développement*, n° 28.
- Havard M., 1991. Les crédits accordés par la CNCAS en matériels agricoles et de pompage dans la vallée du fleuve du 28 juin 1988 au 28 juin 1991. *Saint-Louis, ISRA*, 9 p.
- Havard M., 1993. Les évolutions récentes en motorisation agricole dans la vallée du fleuve Sénégal. *Séminaire du 13 au 16 septembre 1993 sur innovations et sociétés. Montpellier*, 11 p.
- Italimpianti, 1983. Séminaire sur la mécanisation agricole dans le bassin du fleuve Sénégal. Expérience de la petite et moyenne mécanisation dans la riziculture irriguée, du 22 au 30/05/83. *Saint-Louis*, 49 p.
- Kanté S., 1990. La gestion technique et économique des matériels agricoles achetés sur crédit CNCAS par les groupements de paysans. Etudes comparatives des sections villageoises de Thiago, Ndombo et Diawar. *Mémoire de fin d'études, option Machinisme Agricole. Thiès, INDR*, 130 p.

- Kanté S., 1991. Analyse de la méthodologie ISRA d'appui aux organisations paysannes équipées en matériels agricoles. Propositions d'amélioration et d'extension. *Mémoire de confirmation à l'ISRA. ISRA. Saint-Louis, 1991, 110 p.*
- Kanté S., 1993. Résultats du suivi des moissonneuses batteuses de la section villageoise de Diawar du 2/02/89 au 24/02/93. *Saint-Louis 11 p.*
- Kanté S., 1993. Rapport analytique et de synthèse 1992 des activités du programme machinisme agricole et technologie post-récolte du fleuve. *Saint-Louis. ISRA, 20 p + annexes.*
- SAED, 1990. La SAED a 25 ans. *Saint-Louis, 17 p.*
- Tandia D., Havard M., 1990. Les machines de récolte et de battage du paddy dans la vallée du fleuve Sénégal. Mise à jour des résultats d'enquêtes de mai 1989 à juin 1990. *Cahiers d'information ISRA. vol 4, n°2 : 1-21.*
- Tandia D., Havard M., 1992. La transformation du paddy dans la vallée du fleuve. *Etudes et documents ISRA, vol 4, n° 1.*
- Tandia D., Kanté S., Camara S., 1992. Zonage technico-socio-économique de la riziculture au Sénégal. *Saint-Louis, 51 p.*
- Wanders A.A., 1974. Rapport final préliminaire du "Projet International et coordonné de recherche sur la Mécanisation de la Riziculture", *GP. 4/1. TF. INT 43. IRAT, FAO, Richard-Toll, 1974, 36 p*

□ □ □

# La diversification des cultures

□ □ □

J. P. Gay\* et C. Dancette\*\*

\* Agrophysiologiste : Coopération française, CIRAD-CA, ISRA.

\*\* Agronome-bioclimatologiste : Coopération française, CIRAD-CA, ISRA.

L'agriculture irriguée constitue en milieu sahélien un recours privilégié pour réduire le déficit céréalier du pays et sécuriser les revenus agricoles. Actuellement, si l'on fait exception des 7.000 ha de canne à sucre cultivés par la CSS. (Compagnie Sucrière Sénégalaise), 90% des surfaces irriguées sont consacrées au riz. La politique de désengagement de l'Etat et de privatisation de la filière riz va conduire à une baisse des revenus des producteurs. Face à cela, deux alternatives ont été proposées dans le Plan de Développement de la Rive Gauche (PDRG) : d'une part l'intensification de la culture du riz, d'autre part le développement des cultures irriguées de diversification par rapport au riz. Ces alternatives doivent être compatibles : d'une part avec la durabilité des systèmes de culture et de production, et d'autre part avec la préservation des ressources naturelles. Seul le développement des cultures irriguées de diversification est pris en compte ici.

## LES ACQUIS

De nombreux travaux ont été réalisés sur les cultures de diversification dans la vallée du fleuve Sénégal. Les résultats obtenus sont donnés espèce par espèce dans une synthèse récente de Dancette *et al.* (1993). Après un rappel historique des principales étapes de la recherche et du développement, les points forts de ces acquis sont repris en complément du tableau 1 qui donne les principales sources bibliographiques.

## Historique de la recherche et du développement

Répondant à l'intérêt et à la volonté manifestés par le baron Roger, nouveau gouverneur de la colonie en 1817, les premières expérimentations agricoles ont commencé avec l'installation à Ndiao (devenu par la suite Richard-Toll) d'un jardin et d'une pépinière confiés au jardinier chef Richard (Hardy 1921).

L'une des priorités est alors donnée au développement de la culture du cotonnier, ce qui ne satisfait pas le baron Roger qui écrit en 1824 à Richard : "Vous m'annoncez que vous avez planté du coton, ce qui m'intéresse peu car vous n'en avez planté que trop. Ce que je vous recommande, c'est d'essayer toutes sortes

d'autres cultures dans la plaine et sur la berge. C'est de semer beaucoup de riz, de sésame, de *carthame*, du *séné* surtout, des arachides, du maïs, etc. Plantez des cannes à sucre... Faites les mêmes tentatives sur les caféiers... semez des haies... ". Par la suite le baron Roger, insiste pour que Richard ne se cantonne pas à des introductions dans le seul jardin d'essai, et pour qu'il s'oriente vers des applications en grandes cultures. En 1826 il lui écrit : "Allons !, courage ! portez désormais tous vos soins hors du jardin. Des grandes cultures !, des grandes cultures !, c'est là qu'il y a désormais honneur et profit. " Des résultats encourageants sont alors obtenus sur des productions locales telles que oignons, tomates et piments, ou sur des productions introduites : bananiers, papayers, dattiers, cocotiers. Outre le coton et le riz, la pistache de terre (l'arachide), le ricin, l'indigo, l'*Hibiscus cannabinus* donnent également de bons résultats. En arboriculture, des espèces méridionales telles que : l'olivier, le figuier, le mûrier, l'oranger, le pistachier et le jujubier s'adaptent bien, contrairement à d'autres comme le théier, le caféier, le cacaoyer et de nombreuses espèces fruitières des zones tempérées.

Par la suite, l'enthousiasme des débuts tombe rapidement pour plusieurs raisons liées au climat, à l'insalubrité et aux épidémies, à l'insécurité et l'instabilité politique, au manque d'investissement. Ainsi, les résultats prometteurs des premières années n'aboutissent pas à une colonisation agricole importante. Les cultures maraîchères et fruitières irriguées se développent surtout à proximité de Saint-Louis, principalement pour les besoins d'une population expatriée peu importante, alors que le commerce porte surtout sur des productions agricoles non irriguées telles que la gomme arabique et l'arachide, provenant du centre nord du pays.

Bien que les potentialités de l'agriculture irriguée soient mises en évidence dès la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, il faut attendre 1934, avec la création de la MAS (Mission d'Aménagement du Sénégal) et la mise en place d'aménagements importants, qui seuls permettent une maîtrise satisfaisante de l'eau et de la salinité, pour observer une relance du développement et de la recherche agricole.

En matière de développement la MAS, créée peu avant le second conflit mondial, doit attendre 1945 pour pouvoir réaliser des aménagements à une échelle plus importante. L'exemple le plus connu est la création du casier de Richard-Toll en 1946. Il utilise la retenue naturelle, artificiellement améliorée, du lac de Guiers, et est étendu à 6.000 ha dès 1956. Après l'indépendance du Sénégal en 1960, le gouvernement décide de poursuivre la mise en valeur et confie la mise en place d'une riziculture villageoise dans le delta à l'OAD. (Organisation Autonome du Delta) et dans la vallée à l'OAV. (Organisation Autonome de la Vallée). La mise en valeur du casier de Richard-Toll est confiée à la SDRS (Société de Développement Rizicole du Sénégal). En 1964, l'OAD et l'OAV. fusionnent et donnent naissance à la SAED (Société d'Amé-



nagement et de mise en Valeur du Delta). En 1970, la CSS (Compagnie Sucrrière Sénégalaise) prend la succession de la SDRS et assure la reconversion en canne à sucre du casier rizicole de Richard-Toll. Il s'agit alors de la première forme de diversification observée dans la vallée en culture irriguée.

La recherche agricole se développe à partir de 1950 avec la DSA (Direction des Services Agricoles) et l'ORSTOM. En 1960 l'IRAT (Institut des Recherches Agronomiques Tropicales et des cultures vivrières) s'installe à Richard-Toll. De 1960 à 1974, année de création de l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles) qui prend la relève de l'IRAT, les travaux de la recherche portent essentiellement sur le riz de casier, le sorgho de décrue, le maïs, le blé et la canne à sucre. Pour cette dernière espèce, ce sont les travaux intenses conduits de 1960 à 1968 qui mettent en évidence les intérêts agronomique et économique de cette spéculation et préparent la création de la CSS. De 1968 à 1976, la collaboration entre l'IRAT et la F.A.O., dans le cadre d'un projet PNUD-FAO-OMVS, est intense. Les résultats les plus intéressants en matière de diversification se rapportent aux céréales (blé, maïs et sorgho) et aux légumineuses (*niébé* et soja).

### Les cultures de diversification

Le tableau 1 montre qu'une vingtaine d'espèces, ou plus, ont été travaillées : parmi elles des céréales (maïs, sorgho, blé, mil), des légumineuses (soja, tournesol, arachide, *niébé*), des cultures industrielles (tabac, canne à sucre, tomate, coton), des cultures maraîchères, fourragères ou fruitières.

Le niveau des acquis varie de façon sensible d'une espèce à l'autre. Toutefois, la quasi totalité des travaux cités a été obtenue en station en cherchant à optimiser la culture étudiée sans replacer celle-ci dans les systèmes de culture pratiqués par les paysans. Cela se traduit par des lacunes importantes en matière de calage des calendriers cultureux, d'itinéraires techniques, de gestion de l'eau...

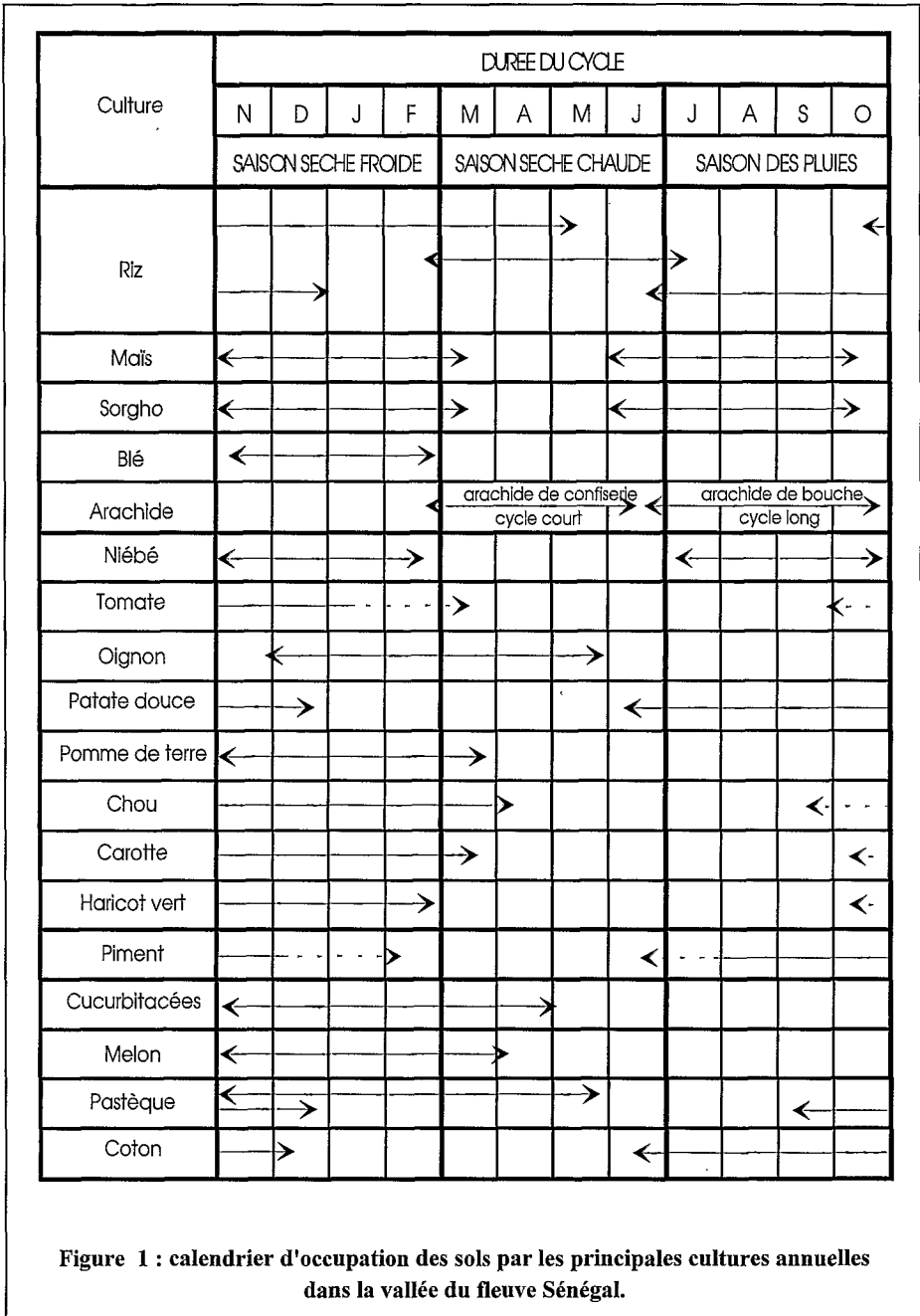
### Les calendriers cultureux et les problèmes relatifs à la culture intensive, continue et durable

Les figures 1, 2 et 3 (Dintinger 1993) donnent un aperçu synthétique des principales possibilités de calage du cycle des cultures expérimentées dans la vallée : soit en culture annuelle unique (figure 1), soit en culture annuelle double (figure 2), soit en culture annuelle triple (figure 3), soit enfin en trois cultures sur deux ans (figure. 4). Les problèmes de calendrier cultural sont très complexes. Toutefois, les contraintes les plus graves ne sont ni climatiques, ni purement techniques : elles relèvent le plus souvent de l'organisation collective des périmètres, de l'accès aux crédits et aux intrants, du mauvais état du matériel de pompage, sans oublier l'existence de filières incitatives ou non.

ESPÈCES	RÉFÉRENCES
<b>VIVRIÈRES</b>	
MAÏS	Delolme 1936, Sapin 1963, Tourte 1965, Nieman 1969, Rijks 1976, Moscal 19786-1980, Diémé 1982, Jamin 1985-86, Rouanet et Piéri 1986, Clerget 1988, Volper 1991, A. Ndiaye 1991, Goebel 90-91-92-93, Gay 91-92-93, Volper 93, Dancette et al. 93.
SORGHO	IRAT 1969, Castiaux 1970, Jamin 1983-86, Rijks 1976, Luce 1988, Trouche et Cissokho 1992.
BLE	Pan 1969, Sapin 1971, Rijks 76, Moscal 78, Jamin 86.
PETIT MIL	Castiaux et Philippe 1971, Fofana 92.
NIÉBÉ	Castiaux et Philippe 1971, Sapin 1963, IRAT 1972, Rijks 1976, Moscal 1978.
<b>OLEAGINEUSES</b>	
SOJA	Moscal 1978, Dancette 1983.
TOURNESOL	Sapin 1963.
ARACHIDE	Castiaux et Philippe 1971, IRAT 1968, Neiman 1969, Jamin 1983, Clavier 1992, Clouvel 1993.
<b>INDUSTRIELLES</b>	
TABAC	Nieman 1969, Vanbercie 1970, Castiaux et Philippe 1971.
CANNE à SUCRE	IRAT 1960 à 1970, CSS 1972 à 1993
COTON	Hardy 1921, CFDT 1959 à 1962, Poulain 1970, Dancette 1983, SODEFITEX 1992.
TOMATE	IRAT avant 74, Reynard 1983, ISRA-CDH, Pagès 1991.
<b>FOURRAGERES</b>	IRAT avant 1970, Diatta 1992.
<b>FRUITIERES</b>	Nieman 1969, Castiaux et Philippe 1971.
<b>MARAICHERES</b>	
OIGNON, CAROTTE, HARICOT, CHOU, PATATE DOUCE,...	Reynard 1983, de Bon 1991, ISRA, Pagès 93.

**Tableau 1 : principales espèces de diversification qui ont fait l'objet de travaux de recherche**

La culture continue, telle que la double voire triple culture annuelle, qui nécessite la présence plus ou moins permanente du producteur sur le périmètre, soulève de nombreux problèmes qui ne sauraient être passés en revue dans ce document. Cependant la question est d'importance. La rentabilisation des grands barrages et des aménagements, la valorisation maximale du climat, de l'eau, des sols et du potentiel humain, sont difficilement concevables, à long terme, sans une intensification des systèmes de culture pratiqués. Il convient dans ce domaine d'être vigilants, car cette intensification ne sera durable que si elle permet d'améliorer ou de maintenir la fertilité prise dans son sens le plus large en veillant particulièrement à ce qu'elle ne contribue pas à provoquer ou à accélérer la dégradation du milieu.



**Figure 1 : calendrier d'occupation des sols par les principales cultures annuelles dans la vallée du fleuve Sénégal.**

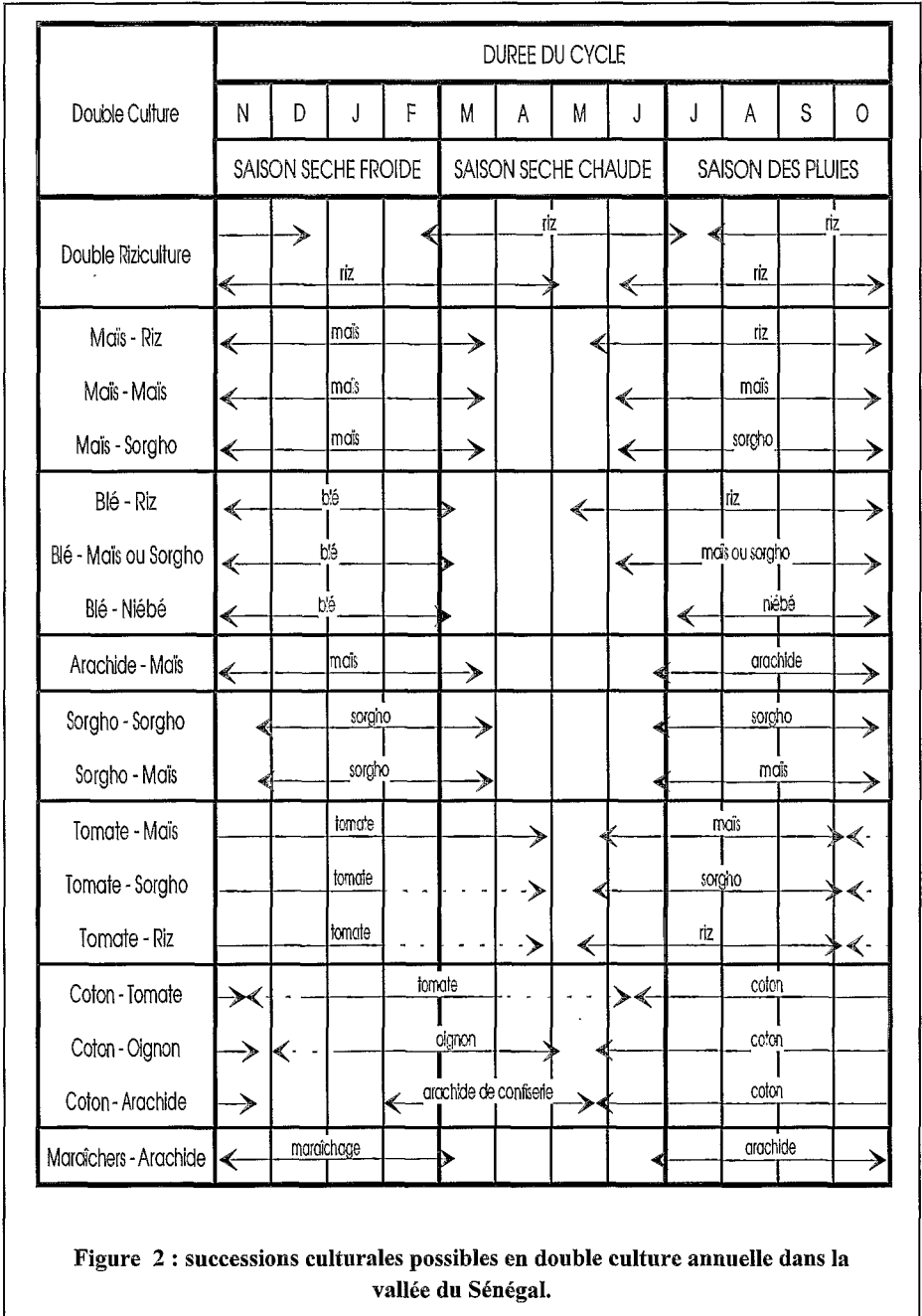


Figure 2 : successions culturales possibles en double culture annuelle dans la vallée du Sénégal.



sièurs cultures successives, la reprise superficielle des billons pouvant suffire entre chaque culture.

#### Le mode d'irrigation.

Il doit prendre en compte le type de sol, sa préparation ainsi que le mode de gestion de l'eau dans le périmètre. Il a déjà été dit que seul le riz est bien adapté à l'irrigation par submersion à plat. Pour toutes les autres cultures, ce mode d'irrigation pénalise la plante qui ne peut pas exprimer la totalité de son potentiel. L'irrigation à la raie, dans la mesure où elle est bien maîtrisée, doit lui être préférée, en particulier dans les sols lourds. Toutefois, la confection de billons représente un travail important et coûteux pour lequel il est nécessaire de rechercher des solutions plus économiques en temps et en énergie, surtout lorsqu'on ne dispose pas d'équipement mécanisés puissants.

Quant aux sols de *jeeri*, très sableux et très peu exploités actuellement, ils sont potentiellement exploitables avec l'irrigation par goutte à goutte ou par aspersion. Les résultats de Volper (1993) et Gay (1993) montrent que les plus fortes productivités en maïs (10 t/ha) sont obtenues avec des irrigations par aspersion sur ce type de sol. Des recherches sont actuellement en cours sur diverses espèces à la CSS sous pivomatic.

#### La fertilisation

Elle doit être adaptée aux espérances de productivité en respectant les normes admises pour chaque culture. Dans un souci de préservation des sols, lorsque pour un même élément fertilisant plusieurs formulations sont disponibles sur le marché, il faut toujours privilégier la moins alcalinisante et la moins défloculante pour les argiles.

Compte tenu du coût croissant des engrais chimiques, il convient d'exploiter davantage d'autres solutions techniques telles que : l'utilisation des engrais organiques en intégrant l'élevage, la fabrication de composts en exploitant la filière du biogaz, l'association avec les arbres et arbustes fixateurs d'azote, *etc.*

#### La protection des cultures

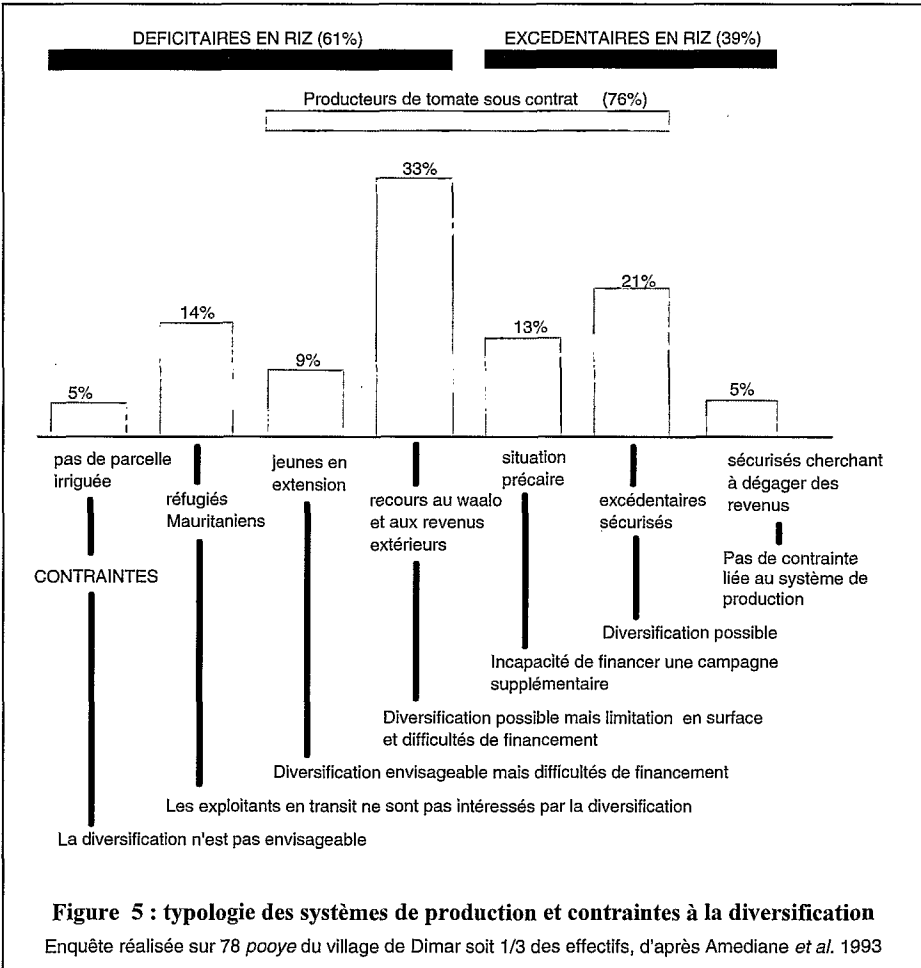
Elle doit faire appel à des méthodes de lutte intégrée prenant en compte les techniques culturales, les rotations, les calendriers cultureux, l'utilisation de variétés tolérantes et les luttes biologique et chimique.

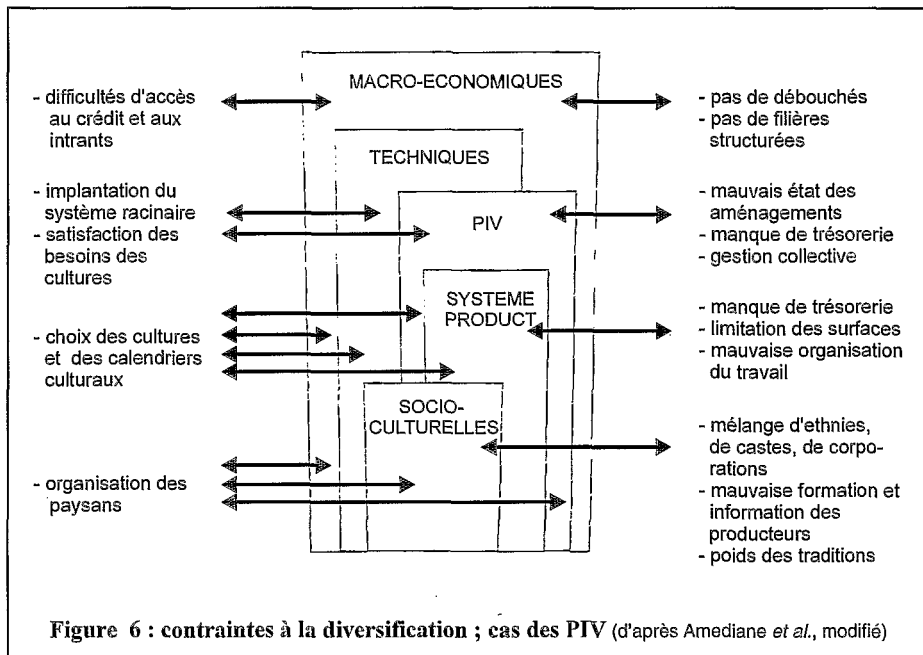
Le contrôle des adventices est l'une des principales contraintes des producteurs. La lutte chimique qui est onéreuse et n'est pas efficace contre toutes les espèces rencontrées dans la vallée, doit être complétée par des techniques culturales et des calendriers cultureux adaptés.

## LES CONTRAINTES À LA DIVERSIFICATION

Les contraintes qui s'opposent à la diversification sont nombreuses et variées selon que l'on a affaire à de petits périmètres villageois ou privés, à de moyens ou de à grands périmètres. Dans le cas précis des petits périmètres villageois, Ameydiane *et al* (1993) ont réalisé une étude très ponctuelle dans la basse vallée du fleuve Sénégal, dans le département de Podor. Elle vise à identifier la demande des producteurs ainsi que les contraintes à la diversification dans cette région. Les résultats permettent de classer les contraintes en cinq groupes selon qu'elles sont dues : aux systèmes de production, aux types de périmètres irrigués, ou à des problèmes d'ordre macro-économique, culturel ou technique. Des études similaires sont envisagées pour les autres types de périmètres et plus particulièrement les petits périmètres privés.

### Les contraintes liées aux systèmes de production





Dans cette région, chaque famille dispose d'un nombre réduit de parcelles, une ou deux, dans deux à trois périmètres ce qui donne une surface utile de 1 à 2 hectares par famille, chacune pouvant comprendre 5 à 12 personnes, ou plus. Dans ces conditions, la première priorité du paysan est de produire le riz dont il a besoin pour nourrir sa famille. La deuxième priorité, liée à la précédente, est de financer la mise en place de ses cultures de riz : intrants parmi lesquels les engrais, les semences, l'eau, le gas-oil, *etc.*, et de régler les dettes du ménage. Il obtient la trésorerie nécessaire en consacrant une partie de ses terres à la culture de la tomate sous contrat avec un industriel, en vendant une partie de son riz ou de son petit bétail, ou en faisant appel à des revenus extérieurs à l'exploitation (doubles activités, apports monétaires des expatriés...).

Dans ces conditions, les contraintes à la diversification peuvent être : la taille insuffisante de l'exploitation qui permet juste d'atteindre l'autosuffisance, le manque de main d'oeuvre disponible et, d'une façon quasi générale, le manque de trésorerie.

### Les contraintes liées au type de périmètre :

A l'exception des périmètres privés, qui sont encore rares dans cette zone, tous les périmètres sont gérés collectivement, en Groupements d'Intérêt Economique (GIE), au mieux des intérêts de la majorité des membres. Ces périmètres sont régis par des règles très précises et très strictes en matière d'affectation des surfaces, des cultures, et d'attribution de l'eau en particulier. Chaque GIE dispose en général d'une seule moto-pompe qui, par manque de trésorerie, est



mal ou pas amortie et plus ou moins bien entretenue. L'objectif des paysans étant la sécurité alimentaire, ils ménagent leur pompe en ne faisant qu'une culture par parcelle et par an. La double culture est, de ce fait, pratiquée dans l'espace plutôt que dans le temps. Toujours dans un souci de réduire au maximum les sorties de trésorerie, les tours d'eau sont organisés de façon très stricte. L'eau n'est disponible pour chaque parcelle que pendant un créneau de temps bien précis, en fonction de tours d'eau espacés de 2 à 3 semaines. Toute initiative de diversification et d'intensification individuelle est, de ce fait, rendue quasiment impossible. Par ailleurs, le droit à l'eau et les charges afférentes sont identiques pour tous les membres d'un GIE, le plus souvent sur la base de la culture du riz. Il n'y a pas de réduction du coût de l'eau, donc pas d'incitation pour les producteurs qui souhaiteraient choisir une culture de diversification plus économe en eau.

#### Les contraintes d'ordre macro-économique :

Elles sont de toute première importance. Lorsque l'on demande à un paysan pourquoi il ne fait pas d'autres cultures que le riz, il retourne presque toujours la question en demandant ce qu'il faut produire et à qui il faut vendre. L'absence de filières de diversification attractives en dehors de la tomate et de l'oignon dont les marchés sont peu étalés dans le temps et trop vite saturés, est une contrainte majeure.

#### Les contraintes culturelles :

En plus des facteurs liés au mélange des ethnies, des castes, des corporations, *etc.*, interviennent des contraintes dues aux traditions et au manque de formation, ou d'information, des producteurs. L'encadrement et la formation des producteurs sont dans presque tous les cas très limités, voire inexistantes.

#### Les contraintes techniques :

Bien que classées en dernière position elles revêtent une importance toute particulière. Elles sont communes à tous les types de périmètres.

Tous les aménagements en place dans la vallée ont été conçus pour la culture du riz inondé avec pour objectif de maintenir une lame d'eau de 10 à 20 cm d'épaisseur dans le fond des casiers pendant une grande partie de cycle de végétation. Pour une meilleure valorisation de l'eau et plus précisément pour éviter les pertes par infiltration, les casiers rizicoles sont implantés dans des sols lourds. Le fond du labour avec présence d'une semelle de labour est situé à 10 ou 15 cm de profondeur. Il constitue un obstacle aux infiltrations et, par voie de conséquence, c'est également une barrière infranchissable pour les racines. La principale conséquence est que seule la couche arable est exploitable par la plante.

Dans le cas de la culture du riz, cet horizon est saturé en eau pendant la période de culture. Pour cette plante qui est pourvue d'aérenchymes, sortes de

tubulures, qui relient les racines à l'air de la surface et leur permettent de "respirer sous l'eau", cette asphyxie racinaire n'est pas néfaste. Il se trouve que le riz est la seule culture équipée de cette façon qui se satisfasse très bien d'un horizon saturé en surface pendant toute la durée de son cycle. Pour toutes les cultures de diversification, les racines puisent l'oxygène qui leur est nécessaire directement dans les pores du sol, en même temps que l'eau et les éléments minéraux. Toutes les cultures de diversification sont pénalisées par la submersion. Leur tolérance à l'asphyxie varie selon l'espèce et le stade végétatif. Si le sorgho et certaines cultures fourragères tolèrent relativement mieux l'asphyxie racinaire après l'implantation de la culture que les autres espèces, le maïs et le coton la supportent très mal (Saglio et Pradet 1983, Follin 1993).

De plus, du fait de la gestion collective de l'eau qui se traduit par des tours d'eau espacés de 2 ou 3 semaines, les cultures de diversification, enracinées très superficiellement dans les sols lourds, se retrouvent successivement et périodiquement en phases d'asphyxie racinaire puis de stress hydrique alternant avec de courtes périodes d'alimentation "normales". Pour le maïs, les pertes de productivité entraînées par cette alternance peuvent atteindre 50% (Volper 1993). Pour le coton l'excès d'eau entraîne non seulement une baisse de production des plantes, mais accroît également les attaques parasitaires de pourriture du collet et du flétrissement bactérien (Follin 1993). A cette faiblesse du système racinaire plus ou moins marquée entraîne par l'excès d'eau, il faut ajouter l'accroissement de la sensibilité à la sécheresse provoquée par un enracinement superficiel et déficient, lui même accru par la mauvaise qualité de certains aménagements.

En bref la diversification durable dans des casiers rizicoles ne peut se concevoir qu'après avoir identifié et levé les contraintes majeures liées : au type de sol, au mode de préparation du sol et au mode de conduite de l'irrigation à l'échelle de la parcelle et de la plante. L'objectif technique visé est de permettre un enracinement profond et une alimentation en eau adaptée aux besoins des cultures tout en préservant les sols. Si ces techniques ne peuvent pas être mises en oeuvre, il faut réserver les sols lourds et asphyxiants aux espèces tolérantes (sorgho, graminées fourragères) et les sols plus légers aux autres cultures les moins tolérantes telles que le maïs, le coton, l'arachide...

D'autres contraintes techniques, liées au climat existent. Elles déterminent le calendrier cultural possible pour chaque espèce. La pratique de l'irrigation permet de lever la contrainte climatique majeure du Sahel : la faiblesse des précipitations. En culture irriguée et en l'absence de températures très basses l'hiver, le riz et toutes les espèces de diversification sont théoriquement capables de se développer et de croître toute l'année sur la vallée du fleuve. Toutefois le rendement agronomique de ces espèces ; productivités en graines, en fruits, ou en fourrage, peut être fortement altéré par les conditions climatiques extrêmes.

Les principales contraintes climatiques sont les températures et l'humidité relative de l'air. Trop basses en décembre et janvier, elles peuvent entraîner une stérilité très importante chez le coton, le riz et l'arachide en fleurs. Respectivement trop élevées et trop basses en période d'harmattan, de mars à mai, elles s'accompagnent de très fortes demandes évaporatives et peuvent provoquer en quelques heures le dessèchement complet des cultures de maïs. Trop élevées au cours de l'hivernage, elles sont défavorables à la mise à fruit chez la tomate. Ces contraintes déterminent pour chaque espèce le créneau de temps pour lequel la culture est : conseillée, possible, ou déconseillée (voir figure 1).

La compétition entraînée par la présence d'adventices dans les cultures ainsi que les dégâts occasionnés par les ravageurs et les maladies, sont également des contraintes qui peuvent provoquer des chutes très sensibles de la productivité des cultures de diversification.

## LES PROJETS DE RECHERCHE

Malgré les acquis importants dans le domaine des cultures irriguées de diversification sur la vallée du fleuve Sénégal, plusieurs lacunes importantes subsistent : soit sur le plan technique comme cela vient d'être dit, soit sur le plan économique et social en matière de connaissance et amélioration des filières, de réduction des coûts de production... Ces lacunes rendent aujourd'hui très difficile le développement des cultures de diversification.

Pour pallier cela deux projets de développement et de recherche impliquant la rive gauche du Sénégal ont été déposés auprès des bailleurs de fonds : un projet CORAF de réseau de Pôles régionaux sur le thème des "Systèmes irrigués" et un projet pilote sur le développement et l'intensification des cultures irriguées de diversification dans la région de Podor (SODEFITEX-ISRA-CI-RAD-ORSTOM).

### Le projet de réseaux de Pôles régionaux sur les systèmes irrigués (CORAF)

Face aux problèmes induits par le désengagement des Etats, le Sénégal, la Mauritanie, le Mali et le Niger se sont concertés pour les aborder dans une démarche régionale cohérente, dans le cadre de la CORAF.

En s'appuyant sur les acquis des travaux de la recherche, et sur les centres d'intérêt de chacun des Etats partenaires, un programme régional de recherche pour le développement des cultures irriguées de diversification au Sahel a été élaboré. Ce programme sera réalisé dans le cadre d'un pôle régional dont le noyau dur sera basé à Saint-Louis mais qui possédera une antenne dans chacun des pays partenaires. A terme, il sera complété par deux autres pôles régionaux ; l'un sur l'intensification de la riziculture en Mauritanie, et l'autre sur la préservation des sols au Mali. Un quatrième pôle pourrait être installé

au Niger sur un thème qui reste à définir comme par exemple l'intégration de l'élevage et de l'arbre dans les systèmes irrigués. La coordination scientifique de l'ensemble sera assurée par une petite équipe basée à Saint-Louis.

Seul le pôle sur la diversification est développé ici. Son objectif est de proposer des solutions, ou d'apporter des éléments de réponse, aux problèmes qui se posent aux paysans et qui constituent des contraintes à la diversification des cultures irriguées. Les produits attendus sont essentiellement des outils d'aide à la décision pour les producteurs.

La programmation scientifique prévoit quatre opérations de recherche : l'analyse et l'amélioration des filières, l'amélioration variétale, la gestion de l'eau et des sols, et enfin l'amélioration des systèmes de culture. La réalisation concrète des recherches se fera principalement en milieu réel, pour un certain nombre de cultures et de situations agro-techniques identifiées comme étant susceptibles d'avoir à terme une importance économique. Des activités de formation de chercheurs, des agents de développement et des paysans de la région sont également programmées. Enfin, une animation régionale, indispensable à la cohérence scientifique, au transfert et à la valorisation des résultats, est prévue.

### Le projet pilote de développement des cultures irriguées de diversification dans la région de Podor

Ce projet pilote s'inscrit dans le volet "Appui au développement de la vallée du fleuve Sénégal" du programme indicatif national et se situe dans le cadre de l'amélioration des conditions de vie et du bien-être des populations. Il vise à préciser les filières de diversification agricole et agro-industrielles qui pourraient être développées sur l'ensemble de la vallée. Ces améliorations seront apportées en complément, ou en alternative, aux filières déjà existantes telles que celles du riz, de la tomate, des cultures maraîchères, des céréales de décrue, .... Cela permettra d'étendre et de promouvoir les productions locales, de réduire les risques d'insécurité alimentaire et responsabilisera les producteurs.

Le programme de travail a une durée de trois ans dans sa phase de projet pilote. Pendant cette phase, il est limité géographiquement au département de Podor. Il comporte quatre composantes : l'étude et la mise en place de systèmes de culture irriguée de diversification en milieu paysan, l'amélioration et la gestion de filières agricoles, la mise en place d'unités pilotes de transformation primaire des produits de récolte, et enfin la prise en compte de la complémentarité agriculture-élevage.

### La complémentarité de ces deux projets

Ces deux projets sont complémentaires :

- d'abord sur l'échelle de travail. Le pôle sur la diversification travaillera sur une région géographique assez vaste et variée : le sahel. A terme,

une vingtaine de sites expérimentaux sont prévus dans les vallées des fleuves Sénégal et Niger. Le projet pilote de Podor aura un maillage plus serré. Une vingtaine de sites sont prévus dans le seul département de Podor. Dans ce cas il est évident que certains aspects sociologiques ou techniques seront appréhendés avec une plus grande précision. Pour ces aspects, le pôle régional aura un rôle de démultiplication et de diffusion des résultats à une échelle beaucoup plus vaste.

- ensuite sur la problématique. Si le projet de Podor est limité à un département du Sénégal, l'étude des débouchés, l'analyse des filières, pour ne prendre que ces exemples, débordent largement des limites administratives d'un département. Les travaux réalisés par le pôle régional, à l'échelle du Sahel, seront alors des apports précieux.
- enfin sur l'approche. Si ces deux projets ont la même finalité : le développement des régions irriguées du sahel en s'appuyant sur une recherche faite directement avec les paysans, leurs approches sont sensiblement différentes et complémentaires. Le pôle régional se propose de diversifier les cultures dans un grand nombre de cas de figures, chacun correspondant à un, voire à deux sites expérimentaux. Ces situations seront choisies en fonction de leur importance régionale de façon à être le plus possible représentatives, à partir de clés de tri qui sont : le type de sol (lourd, léger, salé...), le type d'aménagement (grand, moyen, petit, privé, collectif...), les spéculations envisagées (riz et diversification ou diversification seule sur les mêmes parcelles...), la situation géographique (delta, basse ou moyenne vallée), le système de production pratiqué (cultures irriguées intensives seules ou système mixte avec un élevage fixe). Dans le cas du projet de Podor, non seulement le fait de travailler dans un seul département élimine une clé de tri, mais de plus ce projet privilégiera les sols intermédiaires filtrants mal adaptés à la culture du riz, et se limitera à quelques spéculations.

D'une façon générale, les résultats qui seront obtenus par l'un des projets, en terme de levée des contraintes, de préservation des sols ou d'étude des stratégies des paysans... seront directement exploitables par l'autre et bénéficieront à l'ensemble des producteurs.

En matière de formation et de diffusion de l'information, il y a également complémentarité de ces deux projets.

## CONCLUSION

Tous les travaux entrepris jusqu'à ce jour en matière de diversification des cultures par rapport au riz dans la vallée du fleuve Sénégal montrent que les potentialités techniques de production existent. Pour chaque espèce les contraintes climatiques, qui sont les plus difficiles à maîtriser, sont relativement bien connues. De ce fait le calendrier de culture optimum, pour chaque cul-

ture, est en général bien au point. La contrainte liée au sol la plus importante est sans conteste la faiblesse de l'enracinement qui est elle même la résultante d'interactions complexes entre le type de sol, son mode de préparation, son mode d'irrigation, la demande évaporative... Pour une espèce donnée, si l'on se rapproche le plus possible des conditions idéales de production, des rendements élevés peuvent être atteints ; 9 à 10 tonnes de maïs sec, 60 à 70 tonnes pour la tomate... Même si ces chiffres sont sans communes mesure avec la production moyenne observée sur la vallée, 1 à 2 tonnes pour le maïs, 20 à 25 pour la tomate, ils ont le mérite de montrer que dans la vallée, les conditions de production en culture irriguée sont particulièrement favorables. Les rendements élevés obtenus par la CSS pour le sucre, par la SOCAS ou la SNTI pour la tomate le confirment.

Dès lors, on peut se demander pour quelles raisons il y a un tel décalage entre la production réelle des paysans et la productivité potentielle théorique. La question est importante et sa réponse est l'un des noeuds de l'avenir du développement agricole de la vallée. Les contraintes qui sont à l'origine de ce décalage sont diverses. Il y a d'abord les contraintes d'ordre politique et socio-économiques qui font que le paysan n'est pas toujours très motivé pour produire. Il a en règle générale des garanties de débouché, de prix, de financement de sa campagne, trop aléatoires pour lui permettre de prendre les risques d'engager une production dont la productivité reste de toute façon incertaine jusqu'à la récolte. Il y a les contraintes liées au développement qui font que le paysan n'est pas toujours bien informé des possibilités qui s'offrent à lui. Il y a également les contraintes techniques qui résultent : soit d'aménagements qui n'ont pas été conçus pour les nouveaux objectifs assignés, soit d'équipements inadéquats, peu fiables, mal entretenus, trop vétustes, soit enfin, d'un manque d'informations et de formation scientifiques en agronomie.

Sur ce dernier point il serait bon de savoir pour quelles raisons les résultats de la recherche ne sont pas mieux valorisés. Avant de tenter d'apporter des éléments de réponse à cette question il faut préciser qu'il est faux d'affirmer que les résultats de la recherche sont toujours mal valorisés. La vallée du Sénégal est pour cela un bon exemple. L'économie agricole de la vallée repose sur trois pivots ; le riz, la canne à sucre et la tomate. Force est de constater que ces spéculations n'ont pu se développer que grâce aux travaux de recherche effectué entre les années 1950 et 1970. Cela ne veut pas dire que tout est parfait. L'une des lacunes principales que l'on trouve dans les travaux publiés, est le manque de prise en compte du fonctionnement de l'exploitation agricole dans son ensemble. D'une façon presque générale les cultures sont étudiées une par une en dehors du contexte du système de production ou du système de culture. Le paysan ne gère pas une culture, il gère une exploitation agricole. Ce sont les résultats de celle-ci qu'il cherche à optimiser même si cela se fait au détriment d'une spéculation. C'est dans ce domaine qu'il manque beaucoup d'informations.

C'est pour pallier ces lacunes que les deux projets, qui sont présentés ici, ont été conçus, pour apporter des réponses aux questions que se posent les producteurs en matière de diversification des cultures.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Agel C. & Yung J. M. 1985 : La filière maïs au Sénégal. *SEDES*, 109 pages.
- Amediane Y., J. Clément, S. Descotes & B. Keda 1993 : Identification des contraintes à la diversification des cultures sur les périmètres irrigués villageois : moyenne vallée du fleuve Sénégal, village de Dimar. *Mémoire pour l'obtention du Diplôme d'agronomie tropicale ESAT/ CNEARC Montpellier*
- Anonyme 1986 : Les cultures maraîchères au Sénégal. *Bilan des activités 1972-1985. ISRA-CDH, FAO, AGCD*, 265 pages.
- Beye A. 1991 : Contribution à l'étude des systèmes de culture du maïs irrigué dans la vallée du fleuve Sénégal Enquêtes et observations de parcelles. *Rapport de stage ENSA de Thiès*, 89 pages.
- Boutillier J. L. 1962 : La moyenne vallée du Sénégal (étude socio économique). *Livre Ministère de la Coopération - INSEE - Service de la Coopération*.
- Castiaux J. 1970 : La production des céréales dans la vallée. *Projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du Fleuve Sénégal, PNUD-FAO* 82 pages.
- Castiaux J. et Philippe J. 1971 : Rapport de synthèse d'enquête d'évaluation et de programmation. *Projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal, PNUD-FAO* 133 pages.
- Chéret M. L. 1960 : La vallée du Sénégal. *Tome de présentation. Mission d'aménagement du Fleuve Sénégal. Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre Mer*.
- Chevalier A. 1905 : Les végétaux utiles de l'Afrique Tropicale Française. *Dans: Chevalier A. et Perrot E., Historique de l'Agriculture en Afrique Occidentale française*
- Clerget B. 1988 : Programme d'amélioration du maïs pour les cultures irriguées de la vallée du Sénégal - Cadre et objectifs des recherches *Synthèse des travaux ISRA de 1984 à 1988, Montpellier IRAT/CIRAD*, 63 pages.
- Clouvel 1993 : Avancement des travaux de recherche - arachide irriguée. *Contrat CEE - ISRA* 26 pages
- Couey M. 1965 : Recherches rizicoles dans la région du Fleuve Sénégal. *Doc. ronéo IRAT/Richard Toll*.
- Crousse B., P. Mathieu, S. M. Seck, 1991 : La vallée du fleuve Sénégal - Evaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements (1980-1990). *Edition Karthala*, 380 pages.
- Dancette C. 1983 : Rapport mission Mauritanie, bilan des recherches ISRA dans la région du fleuve Sénégal, *in "Etat de l'Agriculture Mauritanienne et objectifs d'une recherche pour son développement"*. 23 pages

- Dancette C., L. Delangle, JP. Gay, J. Pagès, A. Diatta et R. Goebel 1993 : Synthèse sur le milieu et les acquis dans le projet de Pôle régional de recherche pour le développement des cultures irriguées au Sahel. *Réunion CORAF Saint-Louis avril 1993 44 pages*
- Dancette C., J. P. Gay 1993 : Diversification des cultures irriguées au Sahel. *Atelier systèmes irrigués 31 août et 1er septembre Montpellier. CIRAD/CA, ISRA, Coopération Française*
- De Bon H., F. Faye, J. Pagès 1991 : La production d'oignons dans le Gandiolois, Sénégal. *Onion news letter for the tropics n° 3 Juillet 1991 (3 pages)*.
- De Bon H., L. Bâ, J. Pagès 1992 : La culture de l'oignon dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal. *Onion news letter for the tropics n°4 Juillet 1992 (5 pages)*.
- Delangle L. 1993 : Développement de la maïsiculture irriguée en milieu paysan. *Mémoire de fin d'études ISTOM 80ème promotion 70 pages*
- Delolme M. 1936 : Rapport sur l'agriculture dans la vallée du fleuve Sénégal. *Mission d'Aménagement du Sénégal, 229 pages*.
- Devèze J. C. 1992 : Bilan et perspectives des aménagements hydro-agricoles dans le delta du fleuve Sénégal. *CCCE, 36 pages*.
- Diatta A. 1988 : L'expérimentation fourragère sur la rive gauche du fleuve Sénégal 1970 - 1972. *ISRA, 35 pages*.
- Diatta A., F. Mbodj, J. César, G. Giovannozzi-Sermanni, S. Greco 1992 : Semi-intensification de la production fourragère par restauration de jachères et de parcours en vallée du Sénégal. *ISRA/DRPSA/EMVT/TUSCIA, 231 pages*.
- Dième E. 1982 : Connaissance de l'entomofaune de l'agrosystème maïs-coton au Sénégal. *ISRA, 44 pages*.
- Dintinger J. 1993 : Résumé des acquis techniques en matière de diversification des cultures annuelles dans la vallée du fleuve Sénégal - *fiches techniques par culture. CIRAD-CA 120 pages*.
- Dolle V. A. Lericollais, T. De Raymond, C. Dancette, M. Thome 1984 : Etat de l'agriculture mauritanienne et objectifs d'une recherche pour son développement. *Ministère des Relations Extérieures - Coopération et Développement. Paris - France*.
- Engelhard P. 1987. Enjeux de l'après barrage - Vallée du fleuve Sénégal. *EN-DA - Ministère de la Coopération française, 632 pages*.
- Fofana 1992 : L'amélioration du mil au Sénégal. *rapport d'activités 1992 ISRA Bambey*
- Follin J. C. 1993 : Communication personnelle
- Forest F. 1986 : L'eau et la production du maïs en régions tropicales. *CIRAD-IRAT/INRA/ORSTOM. 15 pages*.
- Gay J. P. 1984 : Le cycle du maïs. *Colloque "Physiologie du maïs" INRA, CNRS, AGPM, Royan 15-17 mars 1983, 10 pages*.
- Gay J. P. 1984 : Fabuleux maïs ; histoire et avenir d'une plante. *AGPM, 295 pages*.
- Gay J. P. et D. Bloc 1992 : La tolérance aux stress chez le maïs : un axe de recherche prioritaire. *Perspectives agricoles décembre 1992 6 pages*
- Gay J. P. 1990 à 1993 : Rapports d'activité. *Pôle transnational sur le maïs irrigué CIRAD-CA, ISRA, Coopération Française*
- Goebel R. 1990 : Prospection entomologique sur le fleuve Sénégal (hiverna ge 89). *Pôle transnational sur la maïs irrigué CIRAD-CA, ISRA, Coopération Française*.
- Goebel R. 1991 : Rapport de campagne 90 sur les problèmes phytosanitaires en maïsiculture irriguée sur le fleuve Sénégal. *Pôle transnational sur le maïs irrigué CIRAD-CA, ISRA, Coopération Française*.
- Goebel R. 1992 et 1993 : Rapports d'activité. *Pôle transnational sur le maïs irrigué CIRAD-CA, ISRA, Coopération Française*



- Hardy G. 1921 : La mise en valeur du Sénégal, de 1817 à 1854. *E. LAROSE - Editeur Paris.*
- Hecq J., F. Dugauquier 1990 : Périmètres Irrigués Villageois en Afrique Sahélienne" *CTA.*
- IRAT 1969 : Rapport synthétique général sur l'acquis de la recherche agronomique et les possibilités d'exploitation en milieu rural. *Volume II, les possibilités d'amélioration du milieu rural. PNUD - FAO - OERS, 252 pages.*
- IRAT 1972 : Compte rendu des travaux d'expérimentation agronomique.  
\* volume I : Rapport de synthèse.  
\* volume II : Rapport analytique, travaux portant sur les cultures de riz, sorgho, maïs et vigne. *PNUD - FAO - OMVS, 118 pages.*
- ISRA 1991 : Rapport d'avancement au 1er octobre 1991 du Pôle transnational maïsiculture irriguée de Saint Louis.
- ISRA 1992 : Etat d'exécution des programmes de recherches de la DRCSI. *ISRA Saint Louis/DRCSI, 42 pages.*
- Jamin J. Y. 1983 : Bilan des acquis de la recherche agronomique dans la vallée du fleuve Sénégal. *ISRA, 21 pages.*
- p Jamin J. Y. 1986 : Propositions d'actions de recherche et de développement pour une meilleure connaissance et une meilleure utilisation du milieu naturel de la vallée du fleuve Sénégal. *ISRA IRAT/CIRAD, 49 pages.*
- Luce C. 1988 : L'amélioration variétale du sorgho au Sénégal ; acquis (1950-1986) et perspectives de recherches. *ISRA, Vol. 1 n° 2, 22 pages.*
- Lucido M. 1976 : Pour une contribution à l'établissement de calendriers culturaux dans la moyenne vallée du Sénégal. *PNUD/FAO/OMVS.*
- Morel R. 1992 : Atlas Agroclimatique des pays de la zone CILSS - *Programme Agrhymet, 11 tomes. Coopération Française*
- Moscal T. 1978 : Rapport de campagne, saison sèche-froide 1976-77 et hivernage 1977 (maïs, sorgho, triple culture céréalière et soja). *PNUD - FAO - OMVS, 38 pages.*
- Moscal T. 1978 : Rapport sur les résultats des essais concernant le blé, le maïs et le sorgho (campagne de saison sèche froide 1977-78). *PNU - FAO - OMVS - MDR, 47 pages.*
- Moscal T. 1978 : Rapport sur les résultats de la campagne d'hivernage 1978 (maïs, sorgho, niébé et soja). *PNUD - FAO - OMVS - MDR - 38 pages.*
- Moscal T. 1980 : La culture du maïs dans la vallée du Sénégal. *SAED - Saint Louis.*
- Ndiaye A. 1991 : Rapport d'activités 1990. *Pôle transnational sur le maïs irrigué. CIRAD - CA / ISRA Coopération Française*
- Ndiaye J. P. 1987 : Fertilité et fertilisation des sols de rizière dans la vallée du fleuve Sénégal. *ISRA - CNRA/ Bambey, 47 pages.*
- Niemann B. C. H. 1969 : Défense des cultures, phytopathologie. in "*Projet pour le développement de recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal*", 38 pages.
- OMVS/CEPC 1988 : Banque de données des aménagements hydro-agricoles du bassin du Sénégal, *OMVS Saint Louis/Dakar.*
- Pagès J. 1991 : Evolution de la production de tomate industrielle dans la vallée du Sénégal. Le point de vue de la recherche. *Document interne ISRA (8 pages).*
- Pagès J., H. De Bon 1993 : Yield structure of onion crop in Senegal as influenced by pink-root disease. *CIRAD-CA, ISRA, Coopération Française (7 pages, sous presse).*
- Pan C. L. 1969 : La production du riz et du blé dans la vallée du fleuve Sénégal. *Projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal, F.A.O. 66 pages.*

- Papy L. 1951 : La vallée du Sénégal - Agriculture traditionnelle et riziculture mécanisée. *Les cahiers d'Outre Mer* - n° 16 4<sup>ème</sup> année
- PDRG 1991 : Plan Directeur de Développement intégré pour la Rive Gauche de la Vallée du fleuve Sénégal. 1991 - *synthèse. République du Sénégal - PNUD - BIRD*, 35 pages.
- Poulain J. F., Couey M. et Sapin P. 1970 : Etude comparée de systèmes d'exploitation en culture irriguée. *IRAT*, 21 pages.
- Reynard A. 1983 : Rapport de synthèse des travaux effectués à la station de Ndiol - Possibilités et intérêts de différents modèles d'exploitation familiaux. Convention Delta *SAED/ISRA - IRAT*
- Rijks D. 1976 : Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal, agrométéorologie. *FAO*, 171 pages.
- Rouanet G. et Piéri C., 1986 : Les systèmes de culture et l'agronomie du maïs. *CIRAD-IRAT/INRA/ORSTOM*, 16 pages.
- SAED 1990 : La SAED a 25 ans. *Document SAED* 30 pages
- Saglio P. et A. Pradet 1983 : Effet du manque d'oxygène sur l'alimentation en sucre de la jeune racine de maïs. in "colloque Physiologie du maïs" Royan Mars 83 Ed. *INRA* p. 331-338
- SEDAGRI 1973 : Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal ; étude pédologique. *OMVS-FAO*.
- Sapin M. 1963 : Rapport d'activité du secteur de recherche agronomique du fleuve Sénégal. convention tripartite Sénégal-Mauritanie-France. *IRAT*, 189 pages.
- Sapin M. 1971 : La culture et la sélection du blé. *Projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal*, 22 pages.
- Sapin M. 1971 : La culture du sorgho de décrue dans la vallée du fleuve Sénégal. *Projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal*, 21 pages.
- SODEFITEX 1992 : Projet d'introduction de la culture cotonnière et des cultures à fort potentiel d'intensification sous irrigation dans la vallée du fleuve Sénégal, 100 pages.
- Tourte R. 1965 : Développement possible de la culture du maïs au Sénégal. *IRAT - CRA Bambey* 32 pages.
- Trouche G. et Cissokho M. 1992 : Amélioration variétale du sorgho - région du fleuve Sénégal. *Rapport analytique hivernage 91. CNRA Bambey, ISRA* 22 pages.
- Vanbercie R. 1970 : Possibilité de culture du tabac dans le bassin du fleuve Sénégal. *FAO*, 43 pages.
- Verguin G. 1972 : Action de pré vulgarisation Kayes - Mali, note de synthèse présentée au comité de la recherche agronomique. *Projet pour le développement de la recherche et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal*, 9 pages.
- Verguin G. 1973 : Action de pré vulgarisation dans la région, de Kayes au Mali ; le maraîchage. *Projet pour le développement de la recherche et de ses applications dans le bassin du fleuve Sénégal*, 67 pages.
- Volper S. 1991 : Rapport d'activités. *Pôle transnational sur le maïs irrigué CIRAD-CA, ISRA, Coopération Française*.
- Volper S. 1993 : Rapport final des activités conduites entre septembre 1998 et mai 1992. *Pôle transnational sur le maïs irrigué CIRAD-CA, ISRA, Coopération Française*.

□ □ □

Troisième partie

Des économies familiales recentrées sur  
la culture irriguée : des revenus extra-  
agricoles plus que jamais nécessaires



# Introduction :

## Irrigation et activités extra-agricoles : les mutations de l'économie familiale

□ □ □

P. Lavigne-Delville

Agronome, GRET, 213, rue Lafayette, 75480 Paris Cédex 10

### L'IRRIGATION DANS LA MOYENNE VALLÉE : DES INNOVATIONS TECHNIQUES ET SOCIALES : UNE RESTRUCTURATION DE L'ESPACE AGRAIRE

Les nombreuses études sur la moyenne vallée ont montré comment, dans ce milieu spécifique, avec ses cuvettes de décrue et ses deux saisons de culture, la société *haalpulaar* s'était construite, lors de la mise en place de la théocratie *toorodo*, autour d'une écologie politique du territoire qui gérait les complémentarités et concurrences entre les modes d'exploitations du milieu propres aux différents groupes sociaux - agriculteurs, pêcheurs, éleveurs - se partageant l'espace de la vallée (Boutillier et Schmitz, 1987). Relativement préservée au milieu du tumulte guerrier et de l'insécurité généralisée du XIX<sup>e</sup> siècle (Barry, 1988), la société *haalpulaar* a été moins bouleversée que les autres sociétés aristocratiques voisines par la colonisation et l'émancipation des captifs. En effet, grâce au contrôle qu'elle détenait sur les terres de décrue, l'aristocratie foncière a pu troquer le contrôle direct sur les hommes et le prélèvement de "surtravail", en contrôle indirect et en rente foncière (Minvielle, 1985), et conserver - en tous cas pour les lignages dominants - une prééminence politique et économique, ce qui lui a longtemps valu une réputation de société très conservatrice (Coulon, 1975). Le besoin d'émancipation économique des anciens captifs, le lent amenuisement des ressources locales et la marginalisation économique du fleuve au profit du bassin arachidier (Adams, 1977) n'en ont pas moins engendré des courants migratoires anciens, vite orientés sur la ville (Diop, 1965), mais aussi sur le commerce intra-africain (et les fleuves de Casamance et de Gambie pour les pêcheurs *SubalBe*). En pays *haalpulaar*, comme ailleurs en Afrique sahélienne, l'émigration est, dès cette époque, devenue le mode de régulation de l'économie paysanne. Dès la fin des années 1960, en partie grâce à des réseaux *soninké*, des migrants

*haalpulaaren* de la région de Matam se sont installés en France, ouvrant la voie à des arrivées massives dans les années 1970, stimulées par la crise écologique.

La brutale baisse de pluviométrie des années 1970 a en effet bouleversé les conditions agro-écologiques de la moyenne vallée, provoquant la mort du couvert arboré (Michel, 1990), ruinant - dans les années de fort déficit - les capacités de production de l'écosystème, déstructurant l'ensemble du système agro-halio-pastoral, entraînant une grave crise de subsistance des populations locales, agriculteurs comme éleveurs. Offrant des opportunités d'accumulation autant qu'une alternative à la crise de l'économie agricole locale, l'ampleur de la rente migratoire a profondément modifié la physionomie de la zone d'émigration internationale. Elle structure désormais autour d'elle les stratégies économiques familiales (Lavigne-Delville, 1994). Ces deux phénomènes dessinent aujourd'hui deux gradients inverses à travers la moyenne vallée : un risque climatique croissant, mais des ressources migratoires décroissantes de l'amont vers l'aval<sup>1</sup>.

C'est dans ce contexte de grave crise agro-climatique que l'Etat sénégalais a décidé d'étendre à l'ensemble de la vallée les prérogatives de la SAED<sup>2</sup> et a diffusé le modèle des périmètres irrigués villageois. Il s'agissait d'un programme d'urgence, visant à donner aux populations une capacité de production locale. Permettant de bons rendements, sécurisant - en partie ! - la production céréalière, ces petits aménagements répondaient effectivement à un besoin crucial de l'économie locale et ont connu un vif succès. La grande autonomie laissée aux paysans pour s'organiser et gérer les PIV leur a permis d'inventer, à partir de leur "capital culturel", les règles d'action collective nécessaires pour, gérer les contraintes collectives posées par l'irrigation, pour définir les modes de gestion des groupements (Diemer et van der Laan, 1987). Les subventions ont enfin permis de faciliter le passage à une agriculture coûteuse, consommatrice d'intrants (Mathieu, 1989).

Les paysans-migrants (Minvielle, 1985) ont ainsi intégré l'irrigation dans leurs logiques de production et dans leurs stratégies économiques (Diemer et Van der Laan, 1987 ; Lavigne-Delville, 1991), en fonction d'un équilibre complexe des ressources<sup>3</sup> et du risque (agronomique, et donc économique) lié

---

1 Ce qui montre, si besoin en était, qu'il n'y a guère de déterminisme écologique dans l'existence et l'ampleur des migrations... Il est certain que la crise pluviométrique est un des facteurs qui rend la migration nécessaire, mais celle-ci l'a précédée, et cela ne présage en rien de la possibilité de développer des réseaux d'émigration dans les lieux propices.

2 qui intervenait auparavant dans le seul delta, sur un modèle de grands aménagements hydro-agricoles cultivés en régie.

3 Capacités de production de l'écosystème, revenus de l'émigration, surfaces aménagées disponibles, selon une triple différenciation : à l'échelle régionale (cf. les deux gradients cités ci-dessus); entre les villages au sein d'une même région (en fonction de l'accès à l'irrigation, avec en particulier un clivage entre les rives du fleuve - et de ses affluents - et le *jeeri*, et en particulier les villages proches de la route goudronnée, plus orientés sur le commerce; cf. Guilmo et Diouf, ci-après); et enfin au sein d'un même village (Lavigne-Delville, 1991).

à l'irrigation (Lericollais, 1989). Les succès relatifs des PIV dans les années 1980<sup>4</sup> ont conduit à généraliser la formule, puis, devant la demande permanente et la petite taille des parcelles des PIV, à développer dans la région de Podor puis de Matam des modèles dits "intermédiaires"<sup>5</sup>. La conjonction de la crise des modes d'exploitation du milieu, de l'intervention massive de l'Etat, de la souplesse du modèle des PIV a ainsi permis, en une dizaine d'années (1975-1985), de développer près de 13.000 ha de PIV, de généraliser un mode d'exploitation du milieu radicalement nouveau, tant au niveau du système de culture (le riz irrigué intensif, quand les cultures de *jeeri* et de *waalo* se fondent sur une logique extensive d'adaptation souple aux aléas naturels, utilisation de matériel mécanique : les motopompes), que de son environnement économique et institutionnel : insertion dans le marché (utilisation d'intrants, de gas-oil) et dépendance par rapport à la société d'intervention ; interdépendance des chefs d'exploitation au sein du PIV (alors qu'ils étaient auparavant totalement autonomes dans leurs champs) ; création des groupements de producteurs, instances nouvelles chargées de gérer cette interdépendance et qui représentent des innovations institutionnelles majeures ; et enfin, égalitarisation relative de l'accès au foncier au sein des périmètres (Boutillier, 1982 ; 1989).

Malgré des interrogations récurrentes sur la signification économique de cette agriculture coûteuse d'autoconsommation, les écrits des années 1980 faisaient plutôt l'éloge des PIV. Des visions plus nuancées (Lavigne-Delville, 1991), voire très franchement pessimistes (Niasse, 1991) se sont fait jour dès le début des années 1990, face à la crise que traversaient alors les périmètres villageois. Le modèle serait-il périmé ?

## LA CUVETTE DE NIANGA

Les textes présentés dans cette partie permettent de mesurer l'ampleur de la restructuration agraire qui s'est opérée en moins de trois décennies, et éclairent différentes facettes de ces questions, en ce qui concerne la partie aval de la moyenne vallée.

A partir d'une lecture géographique, A. Soumaré nous donne à lire l'ampleur de la restructuration de l'espace agraire, dans le village de Ndiawara : même si les totaux pluviométriques se sont légèrement améliorés depuis 1985, la pluviométrie moyenne reste en dessous de 250 mm/an, rendant les cultures de *jeeri* très aléatoires<sup>6</sup>. La baisse de régime des crues est encore aggravée par l'endiguement des périmètres, qui empêche l'inondation de milliers d'hectares de cuvettes non encore aménagées. Le terroir est constellé d'aménagements de

4 Comparé aux multiples problèmes rencontrés par les grands aménagements du delta, cf. Bailhache *et al*, 1981 ; ENDA, 1984.

5 Cf Lericollais et Sarr, dans cet ouvrage.

6 300 mm étant généralement considérée comme la limite inférieure des cultures pluviales.

toutes tailles. Les cartes montrent une complète réorganisation des lieux de culture, qui sont aujourd'hui essentiellement concentrés sur les aménagements, même si les paysans, conformément à la règle de diversification des cultures et de répartition des risques, mais surtout pour ne pas perdre une chance d'augmenter leur production, cultivent leurs anciens terroirs dès que les conditions agro-climatiques le permettent.

En conséquence, les calendriers de culture et les bases de la reproduction économique sont eux-aussi profondément transformés : le riz s'est substitué au mil et au sorgho comme base de l'alimentation, les cultures maraîchères (tomates et oignons) se sont développées. Avec l'apparition du riz de contre-saison chaude, le calendrier cultural couvre désormais toute l'année. La crise des cultures de *jeeri* comme les exigences en main-d'oeuvre de la culture irriguée ont de plus réduit les migrations saisonnières de travail, et les ont réorientées vers les aménagements. Les productions maraîchères, mais aussi une part non négligeable du riz, sont commercialisées, symptôme d'une économie agricole désormais largement insérée dans le marché, en amont comme en aval. La hauteur des rendements et l'importance des volumes commercialisés ne doivent cependant pas faire oublier qu'une part élevée (souvent 40 à 50%) de cette commercialisation ne sert qu'à payer les coûts de production, et que les surplus dégagés sont largement plus faibles.

Créant une interdépendance fonctionnelle entre producteurs, tant pour la gestion financière de l'aménagement que pour l'organisation des tours d'eau, l'irrigation a nécessité la création de groupements de producteurs ; constituant une ressource rare à forte valeur d'usage (la parcelle aménagée), elle a modifié les données d'un jeu foncier complexe, qui constitue un enjeu majeur dans les rapports sociaux *haalpulaaren* : les changements institutionnels et sociaux provoqués ou rendus possibles par l'irrigation ne sont pas moins profonds que les changements dans les systèmes de production. C. Tarrière nous en offre une description pour le village de Donaye. Dans ce village, comme dans l'ensemble de la moyenne vallée, différentes formes de groupements de producteurs s'ajoutent aux associations traditionnelles (fondées sur une base statutaire, lignagère, ou de classes d'âge) et à l'Association villageoise de développement - qui est une instance de gestion des affaires publiques et sert de structure relais avec les associations de ressortissants, l'administration et les bailleurs de fonds<sup>7</sup> -, le tout constituant un panorama institutionnel complexe, où se joue une partie de la recomposition du pouvoir politique villageois.

Les groupements des 22 aménagements de Donaye recouvrent une forte diversité, tant dans les surfaces concernées, les types et les degrés de mise en valeur, les règles de fonctionnement, les statuts juridiques, etc. Là comme

---

7 Pour une analyse de la structure et du rôle politique des Associations villageoises de développement dans la zone d'émigration internationale, cf. Lavigne-Delville 1994, 4ème partie.



ailleurs, le statut juridique de GIE sert d'abord à obtenir du crédit, et ne recouvre pas une réalité économique ou institutionnelle précise. Le clivage essentiel passe entre les aménagements "villageois" (c'est-à-dire ceux qui ont été financés par l'Etat ou la coopération internationale, et sont ouverts à tous), et les périmètres "privés", réalisés dans la suite de la Loi sur le Domaine national. Conformément à ce qui a été observé ailleurs dans la vallée, la composition des groupements rejoint globalement la composition sociale du village, et les surfaces par personne sont étonnamment semblables d'une catégorie à l'autre<sup>8</sup>. Malgré quelques entorses (Seck, 1981), la règle égalitaire introduite par la SAED a donc été globalement respectée (Boutillier, 1982 : 303), même sur les périmètres ultérieurs, quand son contrôle s'est relâché. Grâce aux aménagements villageois, les catégories sociales dominées ont pu avoir accès à la terre en faire-valoir direct, et conquérir ainsi une certaine sécurité foncière, ce qui est d'autant plus remarquable qu'elle a eu lieu dans une société profondément inégalitaire où le contrôle de l'accès à la terre est un enjeu politique et économique fondamental, et qu'elle coexiste avec le maintien de fortes inégalités politiques par ailleurs, dans la direction des groupements en particulier. Dans un tel contexte, on peut effectivement dire avec Schmitz (1989) que l'irrigation, *dans le contexte dans lequel elle a été introduite*<sup>9</sup>, a provoqué une "petite révolution sociale".

Tout en étant eux-mêmes très divers, les périmètres irrigués privés ont une toute autre réalité sociale : ce sont des aménagements réalisés sur des terres affectées par les Conseils ruraux, sur demande d'une ou plusieurs familles qui se constituent en GIE. Les propriétaires de GIE privés sont essentiellement des membres de l'aristocratie foncière, qui sécurisent ainsi une partie de leur patrimoine foncier<sup>10</sup>, tout en se constituant, grâce à leurs propres capitaux ou à leur position politique, un outil de production échappant aux lourdeurs de la gestion collective des PIV - et, pour l'instant, à leurs problèmes techniques<sup>11</sup>. Les GIE privés de Donaye semblent prioritairement réservés aux membres du lignage, ou de son réseau de clientèle, en faire-valoir direct. Dans tous les cas,

---

8 A l'exception des *Peul*, classiquement sous-représentés, et, dans une moindre mesure, des *ÑyeenBe* (artisans et griots). A Doumga Rindaw, village *toorodo* de la région de Matam, étudié par Niasse (1991), les *ToorodBe* étaient largement surreprésentés dans le premier PIV, mais l'égalitarisation s'est faite au fur et à mesure des nouveaux aménagements. En pays *soninké*, l'aristocratie a fait preuve d'un relatif désintérêt pour l'irrigation à ses débuts, et peut être sous-représentée dans les périmètres (Weigel, 1982; Bloch, 1989).

9 Il faut en effet insister sur ce point. L'irrigation a été introduite à un moment où elle représentait une condition de survie de la communauté, et sur les terres de *foonde*, où l'enjeu foncier était plus limité qu'en *waalo*, sur des terres qui ne produisaient plus rien. Il n'a pas été trop coûteux pour les maîtres de terre d'accepter la règle égalitaire, et de troquer des droits de peu d'enjeu contre le prestige d'avoir sauvé la communauté. Cette adaptation pragmatique à un contexte particulier est en fait devenue une norme, et l'aristocratie foncière n'a apparemment pas pu - ou pas voulu - la transgresser quand les aménagements sont descendus dans les cuvettes. Il a fallu que la Loi sur le Domaine national permette d'autres types d'aménagements, pour voir réapparaître de façon significative des inégalités dans l'accès aux parcelles aménagées.

10 Comme Mathieu (1987) le soulignait déjà.

11 Ce qui n'est pas le cas des aménagements privés du delta.

la phase de l'égalitarisation relative de l'accès à la terre semble bien se refermer, au profit de nouvelles inégalités foncières.

Les changements vécus par les pasteurs peul ne sont pas moins profonds que ceux qui ont touché les agriculteurs *haalpulaaren*. Les troupeaux ont été décimés, la crise écologique a réduit la productivité des pâturages, la multiplication des aménagements a privé les éleveurs d'une partie de leurs parcours, et parfois de l'accès au fleuve, les obligeant à de profondes reconversions. Une partie d'entre eux sont devenus agriculteurs et pratiquent l'irrigation, prenant une trajectoire particulière. A partir d'une vaste enquête, C. Santoir nous en fait prendre la mesure par un double jeu de comparaison dans le temps, et dans l'espace, entre les Peul pratiquant l'irrigation et Peul restés en dehors des périmètres.

En 1978, la majorité des Peul est hostile ou réticente par rapport à l'irrigation. Ceux qui s'y impliquent sont essentiellement des Peul *waalo*, installés dans les villages proches de l'aménagement et qui ont perdu une bonne partie de leur bétail à cause de la sécheresse. Ce sont des riziculteurs par nécessité. Les contraintes de main-d'oeuvre (en particulier face à la nécessaire mobilité du pasteur), le manque de maîtrise technique handicapent leurs performances techniques et économiques. Les familles doivent souvent se scinder en deux, une partie s'occupant des troupeaux, et l'autre de la culture. Quinze ans après, environ 30% des Peul pratiquent l'irrigation. Des différenciations significatives les distinguent des périmètres des autres. Ayant besoin de plus de main-d'oeuvre, les Peul des périmètres ont des familles un peu plus grandes. Ils ont reconstitué leurs troupeaux et ont aujourd'hui un peu plus de bétail que les autres (principalement en petits ruminants) ; le bétail est mieux réparti entre les familles. Mais ceci n'est pas tant le fruit d'une accumulation rendue possible par l'irrigation que d'un plus faible taux d'exploitation du troupeau : les Peul des périmètres ont moins besoin de vendre du bétail pour acheter des céréales. Chez les uns comme chez les autres, les activités extra-agricoles et la migration sont importantes. Les migrations se sont accélérées pendant la sécheresse de 1982-83, un peu plus tard chez les Peul de périmètres, qui sont aussi plus nombreux à migrer à l'étranger, à avoir des activités davantage orientées sur le secteur "moderne" : salariés, commerce, etc. Les agropasteurs peul ne constituent pas pour autant un groupe homogène : environ 70% vivent sur une parcelle irriguée et un petit élevage moyen ; 23% ont quasiment abandonné tout élevage et se consacrent à l'agriculture, parmi des activités extra-agricoles diversifiées. Seule une petite minorité de grandes familles arrivent à investir fortement l'ensemble des ressources économiques, migration, irrigation, commerce et possèdent un grand cheptel, entretenu dans le *jeeri* la majeure partie de l'année.

Alors que les paysans *haalpulaaren* se sont très vite massivement convertis à l'irrigation, les Peul, quoique également fortement frappés par la crise agro-écologique, nous montrent un processus en cours : le cheptel s'est en partie

reconstitué, seule une fraction des Peul, ceux qui sont installés à proximité des aménagements, ont, de gré ou de force, investi dans l'irrigation. Autant qu'une conversion sur l'irrigation, c'est une adaptation multiforme des logiques de la reproduction économique, que nous fait percevoir Santoir, un investissement des différentes modalités d'insertion dans l'économie marchande (migration et activités extra-agricoles comprises), pour arriver à passer la crise. Au sein de ce processus, des trajectoires divergentes se dessinent, qui semblent renvoyer à des logiques sociales autant qu'à des différenciations spatiales, selon la position géographique par rapport aux aménagements : pour certains - ceux du *jeeri*, mais aussi une fraction importante des Peul des périmètres, qui ne cultivent que pour assurer leur alimentation et minimiser les ventes de bétail - c'est une façon de tenir le coup, conserver un mode de vie essentiellement pastoral<sup>12</sup>. Dans les zones bénéficiant de nombreux aménagements, on trouve un tissu économique plus diversifié, des activités "modernes", travail salarié ou commerce, que certains Peul des périmètres tentent de saisir - ceux qui, n'ayant plus de bétail, ont bien été obligés de se reconvertir et ceux qui, par leur situation, peuvent trouver une insertion positive dans les circuits économiques, poursuivant la logique de sédentarisation amorcée avec la culture irriguée. Pour Santoir, c'est bien l'ensemble de ces adaptations, et non la seule irrigation, qui détermine une logique de dépastoralisation. Il est à cet égard significatif que l'agriculture et l'élevage restent assez antagonistes. Si l'importance de l'élevage ovin chez les Peul des périmètres est clairement le fruit d'une adaptation aux contraintes spatiales, il n'y a pas véritablement d'intégration. Les gros éleveurs des périmètres envoient leurs troupeaux dans le *jeeri*. Le rôle du bétail reste, chez les uns comme chez les autres, un capital et une épargne, l'embouche restant une exception.

La diversité des situations dans la moyenne vallée peut donc se lire à l'intersection de logiques économiques et de logiques spatiales, et cette règle ne vaut pas que pour les Peul. Là où d'autres utilisent l'outil cartographique, Guilmo et Diouf nous en proposent une lecture statistique. Etudiant la combinaison des activités d'irrigation et d'élevage - les deux principales ressources, avec l'émigration -, ils confirment la disjonction quasi-complète entre grands éleveurs et cultivateurs dans les périmètres (appelés "irriguants" par l'auteur). Au sein de ces derniers, on passe sans rupture des petits "irriguants" marginaux aux grands "irriguants". Ces derniers sont essentiellement localisés à proximité des grands aménagements. L'accès aux surfaces irriguées dépend en effet avant tout de la localisation du village et du nombre de PIV aménagés. Le dépouillement par village le montre clairement, isolant les villages du *jeeri* de ceux des cuvettes, montrant la situation intermédiaire des villages situés le

---

12 Pour ces Peul, n'avoir qu'une parcelle et ne faire qu'une saison de culture est-il un choix ou une contrainte, faute de nouveaux aménagements où s'insérer ?

long de la route goudronnée<sup>13</sup>, faisant apparaître les villages les mieux dotés en surfaces irriguées, qui ont la possibilité matérielle de se spécialiser dans l'irrigation et d'abandonner les cultures traditionnelles. Une interrogation s'impose alors : dans un espace aussi différencié que celui de la moyenne vallée, la statistique ne risque-t-elle pas de ne nous donner à lire que ces grands clivages, déjà bien connus empiriquement ?

Elle permet en tous cas de vérifier que, si la combinaison d'activités productives est bien la règle, elle joue différemment selon les cas, en fonction des conditions locales, traduisant en différenciations économiques les différenciations spatiales : seuls ceux qui disposent de surfaces irriguées importantes<sup>14</sup> peuvent se spécialiser dans l'irrigation et abandonner les cultures pluviales et de décrue. Seuls ceux qui ont suffisamment de surface irriguée pour assurer l'alimentation peuvent consacrer une portion non négligeable de leurs surfaces au maraîchage (tomate, d'abord, plus sécurisée grâce aux contrats de commercialisation ; puis oignons) et accroître ainsi la valeur de la production à l'hectare. Alors que, selon d'autres études, le maraîchage de contre-saison dans la région de Podor sert essentiellement à couvrir les frais du riz d'hivernage (Amediame *et al*, 1993), il pourrait être, dans des conditions favorables, partie prenante de stratégies de maximisation du revenu : sous ces deux angles, il joue ici le même rôle que les revenus de l'émigration en amont de la moyenne vallée. Notons encore une fois que la possibilité d'investir dans le maraîchage dépend, à l'échelle locale, de multiples facteurs : existence d'aménagements en sols légers, bons débouchés (désenclavement, possibilité de contrat avec une usine pour écouler la tomate, *etc.*). L'analyse statistique fait apparaître des pratiques différenciées, mais ne permet pas de savoir si elles sont le fruit de stratégies différentes, ou si elles ne sont que le produit de situations différenciées, d'un "*ajustement des aspirations subjectives aux conditions objectives*" (Bourdieu, 1977), les paysans de la cuvette de Nianga étant, en termes de surface par personne comme de désenclavement, largement plus favorisés que ceux de l'île-à-Morphil.

L'ampleur des changements, et l'immense variété des situations, rendent difficile toute tentative d'évaluation globale. Les paysans de la moyenne vallée sont-ils dans une meilleure situation qu'auparavant ? La conversion à la culture irriguée n'est-elle qu'un pis-aller, rendu nécessaire par la crise agro-écologique et la remise en cause durable<sup>15</sup> des modes d'exploitation du milieu ? Ou bien permet-elle aux ménages de la vallée une certaine améliora-

---

13 ...où, du fait des facilités de communication, les échanges commerciaux jouent un rôle de plus en plus important dans l'économie locale.

14 Souvent sur des grands aménagements, et donc sur des réseaux moins dégradés que ceux des PIV.

15 Du fait de la dégradation de l'écosystème, la baisse de productivité des ressources naturelles perdure même en bonnes années. De plus, l'irrigation elle-même - ou du moins la façon dont elle est diffusée sur le fleuve - aggrave cette situation : suppression de la crue, perte de cuvettes de décrue et de parcours du fait des endiguements.

tion de leurs conditions socio-économiques ? Les conditions alimentaires et sanitaires de la population sont une façon, partielle mais significative, d'aborder la question. Nous livrant les premiers résultats d'une enquête sur un périmètre "moyen", Bénédicte, Simondon et Sy comparent la situation actuelle à celle qui prévalait il y a plus de 30 ans (Boutillier *et al*, 1962). Au delà des difficultés méthodologiques liées à un tel exercice, quelques conclusions ressortent. Conséquence du changement des systèmes de culture, le passage d'une alimentation basée sur le sorgho-*niébé* à une alimentation basée sur le riz (où l'huile d'arachide joue un rôle important) n'a apporté que de modestes gains énergétiques et protéiques. Selon les saisons, 35 à 50% des familles ne couvrent pas leurs besoins. Les apports en vitamines A et C se sont améliorés, grâce au maraîchage<sup>16</sup>. Par contre, les déficiences classiques de l'alimentation en Afrique soudano-sahélienne se sont aggravées, du fait d'une moindre diversification de l'alimentation, et de la régression des produits laitiers et du poisson. Si le cas du périmètre MO6 bis peut être généralisé, le bilan de ces trente années apparaît donc bien mitigé, du point de vue nutritionnel.

L'alimentation n'est cependant qu'une entrée partielle : les moyens qui lui sont consacrés par les familles dépendent clairement du niveau global des ressources (qu'elles soient d'origine agricole ou extra-agricole)<sup>17</sup>, des dépenses incompressibles<sup>18</sup>, et des logiques sociales d'utilisation de la richesse<sup>19</sup>. Sans remplacer une étude micro-économique malheureusement absente, les textes présentés ci-dessous (comme les autres études sur la vallée) nous laissent deviner des processus très différenciés, et font apparaître que, si certaines catégories d'exploitations sont clairement en phase d'accumulation (mais ce n'est pas toujours du seul fait de l'irrigation), bon nombre d'autres sont en situation limite, voire marginale. La faiblesse des surfaces aménagées par famille, les aléas et les sinistres, l'absence de débouchés pour le maraîchage, et, depuis la fin des années 1980, les augmentations de coûts de production dus au désengagement de l'Etat<sup>20</sup> se conjuguent pour maintenir la majeure partie de la population de la vallée en limite de la reproduction économique.

---

16 Ce fait ne peut être imputé aux seuls périmètres irrigués : il ne faut pas oublier le rôle des multiples petits jardins maraîchers de femmes qui, sur le fleuve comme ailleurs en Afrique sahélienne, se sont multipliés depuis 15 ans.

17 Chayanov (1924) a montré depuis longtemps que, dans l'économie paysanne, le niveau de revenu global de l'exploitation, revenus extra-agricoles compris, est un critère plus important que la productivité de telle ou telle activité.

18 Dans toute l'Afrique soudano-sahélienne, des familles qui ont produit assez pour couvrir leurs besoins alimentaires ont des difficultés à faire la soudure parce qu'elles ont dû vendre une partie de leur production céréalière au cours de l'année pour faire face à des besoins monétaires incompressibles, ou jugés suffisamment incompressibles pour accepter le coût de la soudure.

19 Ainsi, le fait, souligné par Guilmo et Diouf, que les grands éleveurs apparaissent en queue selon le critère "confort" reflète clairement des modes de vie et de consommation différents, et non des niveaux économiques.

20 ... qui sont pour beaucoup dans la crise des PIV; cf. Lavigne-Delville, 1993. S'y ajoutent aujourd'hui les effets, encore difficiles à mesurer, de la dévaluation.

La combinaison de ressources économiques de multiples origines, qui est la règle dans la moyenne vallée, - et en particulier l'importance des revenus extra-agricoles dans la reproduction économique familiale - prend donc différentes significations selon les contextes : dans certains cas, il s'agit d'une stratégie de survie de ménages qui, dans leurs conditions d'accès à l'irrigation<sup>21</sup>, ne peuvent dégager de surplus, ni parfois même couvrir leurs besoins alimentaires. Dans d'autres cas, il s'agit de logique de maximisation du revenu. Les proportions respectives de ces différentes ressources ne prennent sens qu'une fois le contexte local bien caractérisé et à travers une étude typologique des stratégies économiques<sup>22</sup>. Quoique difficile d'emploi, la notion de seuil de reproduction économique prend ici tout son sens : à partir de quelle surface irriguée par personne (à moduler selon les spéculations), une famille peut-elle couvrir ses besoins alimentaires, payer les coûts de production et dégager un revenu grâce à l'irrigation ? Elle permettrait de mieux répondre à certaines interrogations (le maraîchage ne sert-il vraiment qu'à payer les charges du riz ? pour qui ?) et de mieux comprendre les processus de différenciation économique qui se jouent dans la moyenne vallée.

## SURFACE IRRIGUÉE, ÉTAT DES RÉSEAUX ET SEUIL DE RENTABILITÉ

Au sein du processus global d'insertion des sociétés locales dans les échanges marchands, la moyenne vallée a une place assez spécifique. Faute de pouvoir s'y insérer durablement par les cultures de rente<sup>23</sup>, elle s'était comme d'autres insérée par l'émigration, par l'exportation de main-d'oeuvre. Alors que l'émigration était déjà devenue le mode de régulation de l'économie domestique, le modèle d'irrigation développé par l'Etat a généralisé une agriculture marchande, au sens où *"le capital pénètre la production vivrière, rendant les paysans dépendants du marché pour leur propre subsistance"* (Mathieu, 1987 : 253, citant Geschiere, 1984 : 28). Mais cette agriculture marchande était très particulière, puisque l'essentiel de la production était autoconsommée, que cette insertion s'était faite par l'amont, et non par l'aval, selon le schéma classique où la vente d'une part de la production doit permettre de faire face aux coûts de production. Certains aspects de ce paradoxe ont été compris depuis longtemps : rôle des subventions, explicites ou implicites, de

21 Surfaces, qualité d'accès à l'eau de leur parcelle, possibilité d'écoulement de tomate, etc.

22 Ainsi, à Ndouloumadij Dembé, Garnier (1989) a montré que les familles bien insérées dans les réseaux d'émigration en France sont dans une logique rentière, et minimisent leur investissement dans l'irrigation (parcelles de PIV en métayage, valeur de la production par actif plus faible) alors que d'autres, bénéficiant de revenus extra-agricoles moyens, cherchent à maximiser leurs revenus, et atteignent des revenus par personne voisins. Les ménages en situation précaire regroupent des descendants de captifs, mais aussi des familles nobles de lignage secondaire, n'ayant pas d'accès à la terre, pas de migrants, ni d'activité artisanale locale.

23 Rappelons que l'aristocratie *soninké* a tenté une reconversion sur l'arachide, au tournant du XX<sup>e</sup> siècle (Bathily, 1989) et que le Fouta a exporté de la gomme, puis des céréales jusque dans les années 1940 (Boutillier *et al*, 1962).

l'Etat qui minimisent cette contradiction (Mathieu, 1989), stratégies d'articulation des ressources au sein de l'économie familiale, qui fait que les chefs de famille ont intérêt à utiliser les revenus extra-agricoles pour payer les coûts de production, plutôt que d'acheter au prix du marché de quoi couvrir leurs besoins alimentaires (Lavigne-Delville, 1991). D'autres facteurs, peut-être plus fondamentaux, sont mis en évidence par la crise actuelle : supportables tant que les coûts de production étaient bas, tant que la SAED annulait les dettes lors des sinistres, les aléas sur la production deviennent insupportables quand les coûts de production augmentent. C'est là la principale cause des abandons de périmètres, une des raisons de la course aux parcelles, un handicap certain à la productivité de l'irrigation<sup>24</sup>. Fruit du choix initial pour des aménagements sommaires, peu coûteux, mais aussi des dysfonctionnements de la régie SAED, le manque de fiabilité du modèle technique porte à mon sens une lourde responsabilité dans la situation actuelle.

Le second facteur, peut-être plus essentiel encore<sup>25</sup>, tient à la petite taille des parcelles, qui ne peuvent fournir qu'un complément de production au budget familial. Alors que les surfaces par famille étaient au départ de 0,1 à 0,2 ha, puis de 0,4 à 0,5 ha par parcelle, la majorité des observateurs s'accordent aujourd'hui sur le fait qu'il faut de 1 à 1,5 ha/famille pour arriver à dépasser l'autosuffisance, à faire face aux coûts de production, à dégager un minimum de surplus. En dessous, l'irrigation ne peut qu'être une activité de complément, et oblige les ménages à faire feu de tout bois, culture pluviale hyperaléatoire ou activités extra-agricoles de survie. Alors que, dans la partie amont de la moyenne vallée, le maintien des cultures pluviales ou de décrue fait partie d'une stratégie de diversification, l'aléa climatique est sans doute trop élevé dans la cuvette de Nianga pour qu'il en soit de même. C'est la première cause de la course aux parcelles : peut-on vraiment parler de stratégie d'accumulation foncière, quand un ménage qui a trois parcelles dont une sur un périmètre dégradé ou stoppé, atteint tout juste 1 ha ?<sup>26</sup> La course aux parcelles est encore renforcée par l'accroissement des coûts de production : le seuil de viabilité économique est d'autant plus élevé que le produit net est proportionnellement faible.

Deux vieilles règles économiques, mais qui semblent avoir été en partie oubliées en ce qui concerne la vallée, se trouvent vérifiées par l'évolution récente : on ne peut se spécialiser (dans le riz ou le maraîchage) que dans un contexte technique et économique sécurisé, que ce soit dans le riz ou le maraî-

24 Eychenne *et al* (1992) ont montré l'impact économique d'un réseau non fonctionnel : à Sadel 7, les rendements moyens chutent de 4,5 t/ha à 2 t/ha entre l'amont et l'aval du réseau, alors que la durée d'arrosage des parcelles passe de 5 à 15 heures. Le réseau fait perdre plus de 1 t/ha de rendement moyen et accroît considérablement les dépenses de pompage.

25 ... sauf qu'il ne provoque pas de perte financière et d'endettement.

26 A Donaye, les familles qui atteignent 8 ou 9 parcelles sont des familles *TooroodBe* et *SubalBe*, qui ont accès aux périmètres privés. Il s'agit là, comme on l'a vu, d'une logique différente.

chage. On ne peut faire face à des coûts de production élevés qu'avec une surface économique suffisante pour dégager des surplus. Ce qui devient problématique, alors que les coûts augmentent, et qu'il semble peu probable que l'Etat continue à investir autant dans l'accroissement des surfaces irriguées.

## LES ANNÉES 1990 : RENFORCEMENT DE LA CONTRAINTE EN CAPITAL ET DIFFÉRENCIATIONS FONCIÈRES

Dans un premier temps de l'histoire de l'irrigation dans la moyenne vallée, les stratégies de l'Etat (diffuser l'irrigation) et celles des paysans (assurer la sécurité alimentaire) se sont conjuguées pour donner naissance à un modèle d'irrigation paysanne, relativement égalitaire et engager les paysans dans une agriculture marchande d'autoconsommation. Un équilibre apparent s'est constitué, grâce à des transferts de ressources provenant de l'économie globale (les subventions de l'Etat, et parfois les ressources migratoires<sup>27</sup>). Les paysans ont vite maîtrisé les techniques culturales, mais ne maîtrisaient pas les points cruciaux du fonctionnement de l'aménagement : état des réseaux et des motopompes, approvisionnement en intrants. Dans un tel contexte de risque économique, l'irrigation n'était viable qu'à faible coût, d'autant que les surfaces par famille restaient souvent inférieures aux seuils de reproduction. Les pratiques paysannes de report des coûts étaient une façon de faire payer à la SAED ces dysfonctionnements. Au milieu des années 1980, la pérennité des périmètres villageois reste donc suspendue à l'aide de l'Etat. La façon dont les paysans *haalpulaaren* se sont approprié l'irrigation a été largement conditionnée par l'intervention massive de l'Etat et le contexte institutionnel de l'époque.

Ce fragile équilibre a été rompu au milieu des années 1980 (soit à peine 10 ans après le début de l'irrigation), par le désengagement de la SAED et la "vérité des prix", décidés dans le cadre de la Nouvelle Politique Agricole de 1984. L'augmentation brutale des coûts de production révèle les limites du système antérieur : acceptables face à la pression de la nécessité quand les coûts sont faibles, les risques deviennent insupportables. Faute d'avoir les moyens de les remettre en état (malgré des tentatives dans ce sens), les paysans doivent abandonner les réseaux trop dégradés ou dont la pompe est cassée, et les parcelles mal alimentées en eau. Ils cherchent à emprunter d'autres parcelles, en faire-valoir indirect, à des familles qui, bénéficiant de ressources extra-agricoles importantes, jugent que la culture est peu rentable. Le taux de faire-valoir indirect, jusqu'alors limité aux ajustements conjoncturels entre main-d'oeuvre, surface et bouches à nourrir, se développe<sup>28</sup>. C'est le sens de la crise de la fin des années 1980, qui entraîne des processus multi-

---

27 Elles-mêmes issues d'un autre mode d'insertion dans l'économie marchande

28 Il semble très limité à Donaye, contrairement à la région de Matam (Berthome, 1987; Niasse, 1991; Eychenne, Diop et Ba, 1992) où il peut atteindre 10 à 20 % des surfaces. Est-ce une réalité régionale, due à la faiblesse de la rente migratoire à Podor ?



formes d'adaptation de la part des producteurs, en fonction de l'équilibre de leurs ressources, de l'enjeu que représente la sécurité alimentaire dans leur reproduction économique. Alors que les périmètres villageois étaient au départ totalement intégrés dans les logiques sociales et les logiques de production paysannes, ce sont maintenant ces logiques qui sont soumises de façon croissante aux contraintes de l'économie marchande. Les paysans ont encore plus besoin de revenus monétaires pour continuer à cultiver les périmètres irrigués qui, à quelques exceptions près, restent pour la grande majorité des paysans de la moyenne vallée une composante nécessaire de l'économie domestique<sup>29</sup>.

La loi sur le Domaine national en est le second facteur. Sa mise en application sur le fleuve date de 1980, mais ses répercussions concrètes ne se font sentir sur le terrain que dans le milieu des années 1980. Attribuant la terre à qui peut la mettre en valeur, elle témoigne d'une alliance de fait entre l'Etat et les notables locaux, anciens ou nouveaux, détenteurs de terre et/ou de capital, pour développer une agriculture marchande à partir d'une transformation du statut de la terre (Mathieu, 1987). La signification sociale des périmètres privés dépend cependant de leur fonctionnement interne : à Donaye, ceux des membres qui ont obtenu une parcelle en sont attributaires, au même titre que sur un PIV et l'inégalité se joue dans l'accès aux GIE, en majorité réservée aux lignages dominants. A Ndouloumadji-Dembé (Garnier, 1989), l'initiateur du PIV en cultive une partie lui-même, et donne le reste en métayage. Attribuant aux paysans demandeurs un droit de culture à la fois précaire et onéreux, il se constitue, à travers le faire-valoir indirect, des revenus qui sont en partie une rente foncière, en partie une rémunération du capital investi dans l'aménagement<sup>30</sup>. Dans les deux cas, les fondateurs de périmètres privés s'appuient sur leur position foncière, leur capital et/ou leur insertion dans les réseaux socio-politiques (aux échelles régionales ou nationales) pour reprendre un contrôle sur l'accès à la terre aménagée et reconstituer leurs réseaux de clientèle et de dépendance au sein du village.

A ces deux échelles, le changement des règles du jeu par l'Etat accroît la contrainte en capital dans la production irriguée et annonce la fin de l'égalitarisation foncière réalisée, dans un premier temps, par les périmètres villageois. L'accès au capital devient le facteur déterminant des nouvelles différenciations

29 Sauf peut-être en zone amont de Matam, où la contrainte climatique se réduit et la rente migratoire est importante.

30 Il faut ici corriger une erreur d'interprétation fréquente sur la signification du *rem-peccen* sur périmètre irrigué. Les paysans *haalpulaaren* utilisent ce terme, qui désigne dans le *waalo* un rapport de métayage, pour nommer les rapports de faire-valoir indirect en culture irriguée. La culture de décrue repose sur deux facteurs de production, terre et travail. La part de la récolte perçue par le bailleur rémunère la terre et est bien une rente foncière. En culture irriguée, il s'ajoute le capital d'exploitation, et il y a trois facteurs de production. Le terme recouvre des réalités variables (Eychenne, Diop et Ba, 1992). Dans le cas le plus fréquent où l'attributaire paie les frais de pompage, et reçoit la moitié de la récolte, une fois déduits les engrais, la part reçue rémunère à la fois la terre et l'avance aux cultures. Le taux de rente est donc plus faible qu'en culture de *waalo*. Le faire-valoir indirect n'a pas la même signification, et on ne peut dire que l'existence de faire-valoir indirect soit le signe de la reproduction des inégalités foncières traditionnelles sur PIV.

foncières qui apparaissent. Mais il s'agit bien de deux processus différents : par son désengagement, l'Etat oblige les producteurs à ajuster leurs stratégies économiques, et en particulier leur investissement dans l'irrigation. La logique de l'irrigation villageoise perdure, même si le mythe d'une société paysanne égalitaire disparaît et si le problème de qualité de réseaux n'est toujours pas résolu. Avec la loi sur le Domaine national, l'Etat ouvre une opportunité nouvelle pour les élites locales, et leur donne la possibilité de faire une entorse significative à la règle de stérilisation du capital productif, dont de nombreux auteurs (Meillassoux, 1975 ; Weigel, 1982 ; Mathieu, 1987) ont souligné qu'elle était la base de la stabilité des rapports sociaux. Il crée les conditions de développement d'une agriculture orientée vers le marché dans la moyenne vallée, comme c'est déjà le cas dans le delta<sup>31</sup>.

Les conditions économiques subies par les paysans de la moyenne vallée sont donc étroitement dépendantes de l'environnement économique et institutionnel défini par l'Etat et de ses modifications. Leur devenir dépend de sa politique face aux périmètres dégradés, des conditions de prix qui seront définis suite à la récente dévaluation du franc CFA. On ne peut qu'insister sur la nécessité de travailler à sécuriser la production, tant sur le plan technique qu'économique, condition pour que les paysans aient intérêt à tirer le meilleur parti de surfaces limitées et aient la possibilité de le faire, pour permettre à une majorité des producteurs de dépasser leur seuil de reproduction économique, et valoriser les aménagements existants. En tout état de cause, il est probable que le recours aux revenus extra-agricoles s'intensifiera pour l'ensemble des producteurs, que ce soit dans le cadre d'une stratégie "défensive" ou "offensive" (Yubg et Zaslavsky, 1992). L'hypothèse de Mathieu (1987) d'une cohabitation fonctionnelle entre une irrigation privée orientée vers le marché et distribuant des revenus salariés, et une irrigation paysanne d'autosubsistance, qui a besoin de revenus extra-agricoles, semble plus que jamais d'actualité.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Adams, A. 1977 Le long voyage des gens du fleuve *Paris, Maspéro, 222 P.*

---

31 La forme que prendra cette irrigation dépend des stratégies des acteurs locaux, de la façon dont ils utilisent les possibilités ouvertes par la loi : si les GIE de Podor sont des périmètres à parcelles familiales, on verra l'irrigation paysanne se poursuivre avec un accès privilégié à la terre pour les hommes libres. Ce qui n'est pas le cas, si le modèle qui se généralise est celui des GIE de Matam, avec rente foncière.

- Amediame, Y. ; Clément, J. ; Descotes, S. et Keda, B. 1993 Identification des contraintes à la diversification des cultures sur les périmètres irrigués villageois (moyenne vallée du fleuve Sénégal ; village de Dimar) *CIRAD / ISRA / CNEARC / ESAT*
- Bailhache, R. *et al.* 1981 Evaluation économique de l'aménagement de la rive gauche du Sénégal. *MRE / CODEV et CCCE*.
- Barry, B. 1988 La Sénégambie du XV<sup>o</sup> au XIX<sup>o</sup> siècles *Paris, L'HARMATTAN, 431 p*
- Bathily, A. 1989 Les portes de l'or. Le royaume de Galam (Sénégal) de l'ère musulmane au temps des négriers (VIII-XVIII<sup>o</sup>siècle) *l'Harmattan, Paris, 379 P.*
- Berthome, J. 1987 "Périmètres irrigués villageois et reproduction sociale dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal" in : *Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production, doc Systèmes agraires n°6, tome 2, CIRAD, Montpellier, pp 537-544*
- Bloch, P. 1989 La dynamique foncière sur les petits périmètres irrigués de Bakel. *Rapport final du programme de recherche du Land Tenure Center, Land Tenure Center, University of Wisconsin, Madison, 59 p*
- Bourdieu, P. 1977 Algérie 60, structures économiques et structures temporelles *Editions de minuit, Paris, 123 p*
- Boutillier, J.L., Cantrelle P., Causse J., Laurent C. et Ndoye T., 1962 La moyenne vallée du Sénégal, étude socio-économique *PUF, Paris, 368 p*
- Boutillier, J.L. 1982 "L'aménagement du fleuve Sénégal et ses implications foncières" in *Le Bris, Le Roy et Leindorfer eds, Enjeux fonciers en Afrique noire, Paris, Karthala, pp 301-308*
- Boutillier, J.L. 1989 "Irrigation et problématique foncière dans la vallée du Sénégal" *Cahiers Sciences humaines 25 (4) 1989 : 469-488*
- Boutillier, J.L., Schmitz, J. 1987 "Gestion traditionnelle des terres (système de décrue/système pluvial) et transition vers l'irrigation. Le cas de la vallée du Sénégal" *Cahiers de Sciences Humaines, Paris, 23 (3-4) : 533-554*
- Chayanov, A. 1924 L'organisation de l'économie paysanne *Librairie du Regard, Paris, 1990 pour l'édition française, 344 p Première édition en russe, 1924*
- Coulon, C. 1975 "Pouvoir oligarchique et mutations sociales et politiques au Fouta-Toro" in *Balans et al, Autonomie locale et intégration nationale au Sénégal, Pédone, pp 23-80*
- Diemer, G., Van der Laan, E. 1987 L'irrigation au Sahel (la crise des périmètres irrigués et la voie Haalpulaar) *Karthala CTA, Paris*
- Diop, A.B. 1965 Société Toucouleur et migration, Dakar, *IFAN, série Initiations et études, 232 p*
- ENDA 1984 Optimisation des investissements impliqués par les barrages de Diama et Manantali ; l'après-barrages. *Dakar, ENDA, 641 p + ann. (publié par le Ministère français de la Coopération en 1987 sous le titre : "Enjeux de l'après-barrages".*
- Eychenne, D. *et al*, 1992 Analyse technico-économique des résultats obtenus par les producteurs de riz sur quelques périmètres irrigués villageois du département de Matam, *programme GRDR/SAED-Matam III*
- Eychenne, D., Diop, A. et Bâ, A. 1992 Contribution à l'analyse des pratiques foncières en vigueur sur les périmètres irrigués villageois du département de Matam (zone de Nguijilone), *programme GRDR/SAED - Matam III*
- Garnier, C. 1989 Stratégies paysannes sur le fleuve Sénégal. Etude de cas à Ndouloumadji-Dembé *GRDR, 49 p*
- Geschière, P. 1984 "La paysannerie africaine est-elle captive ? sur la thèse de Goran Hyden et pour une réponse plus nuancée" *Politique africaine n°14, juin 1984, pp 13-33*

- Lavigne-Delville, P. 1991 La rizière et la valise ; irrigation, migration et stratégies paysannes dans la vallée du fleuve Sénégal *Coll. Ateliers du Développement, SYROS, Paris, 231 p*
- Lavigne-Delville, P 1993 "Les paradoxes du désengagement : les périmètres irrigués villageois du fleuve Sénégal" in *Blanc-Pamard, Ch. éd. Politiques agricoles et initiatives locales, coll. Dynamique des systèmes agraires, ORSTOM, pp. 217-237*
- Lavigne-Delville, P 1994 Migrations internationales, restructurations agraires et dynamiques associatives en pays soninké et haalpulaar, *thèse de doctorat en anthropologie sociale, EHESS, Marseille, 394 p*
- Lericollais, A. 1989 "Risques anciens, risques nouveaux en agriculture paysanne dans la vallée du Sénégal" in *Eldin et Milleville eds, pp 419-436*
- Mathieu, P. 1987 Agriculture irriguée, réforme foncière et stratégies paysannes dans la vallée du fleuve Sénégal, 1960-1985 *Thèse, fondation universitaire luxembourgeoise, Arlon, 2 tomes, 414 p*
- Mathieu, P. 1989 Culture, rapports sociaux et efficacité de l'irrigation en Afrique sub-saharienne *Etudes et documents, IEPD, Louvain, 23 p*
- Meillassoux, C. 1975 Femmes, greniers et capitaux *Paris, Maspéro, 250 p*
- Michel, P. 1990 "La dégradation des paysages au Sénégal" in *Richard, éd., pp 37-54*
- Minvielle, J.P. 1985 Paysans-migrants du Fouta Toro *Paris, ORSTOM, Coll. travaux et documents n°191, 282 p*
- Niassé, M. 1991 "Les périmètres irrigués villageois vieillissent mal ; les paysans se désengagent-ils en même temps que la SAED ? " in *Crousse et al dir. La vallée du fleuve Sénégal, Karthala, pp 97-115*
- Seck, S.M. 1981 Irrigation et aménagement de l'espace dans la vallée du Sénégal : participation paysanne et problèmes de développement *thèse de doctorat d'Etat, Université de Saint-Etienne*
- Weigel J.Y. 1982 Migration et production domestique des Soninké du Sénégal *Travaux et documents n°146, Paris, ORSTOM, 133 p*
- Yung, J.M. et Zaslavsky 1992 Pour une prise en compte des stratégies des producteurs *Doc. Syst. agraires n°18, Montpellier, CIRAD-SAR, 72 p*

□ □ □

# La diversification des systèmes de culture à Ndiawara

□ □ □

A. Soumaré

Géographe, Université Cheikh Anta Diop, Dakar

Au cours des deux dernières décennies, les espaces riverains du fleuve Sénégal inclus en plein domaine climatique sahélien ont subi les effets néfastes de la sécheresse. Pendant la période 1968-1985, la péjoration climatique qui s'installe et s'accroît, se traduit d'une part par une réduction de la pluviométrie, d'autre part par une faiblesse de la crue.

Si ces perturbations sont à l'origine de modifications perceptibles dans le fonctionnement du milieu naturel, elles ont également affecté les activités agricoles. Ce dernier constat est illustré par la baisse de productivité du système agricole traditionnel fondé sur les cultures pluviales et de décrue.

En l'occurrence, le déficit vivrier a constitué un symptôme observable d'une crise économique qui a favorisé l'émigration. La recherche de solutions alternatives se justifie dès lors par la nécessité d'améliorer les disponibilités alimentaires des populations locales en vue de permettre leur fixation. En effet, la politique de maîtrise des eaux du fleuve résulte d'une volonté d'amortir les retombées de la culture irriguée sur l'économie rurale. La construction des barrages de Diama (achevé en 1985) et Manantali (fonctionnel en 1988) en est la traduction concrète.

Mais la réalisation de ces grands ouvrages, l'émergence de la culture irriguée et l'adoption de réformes institutionnelles ont déterminé des mutations importantes dans les systèmes de production paysans.

La recherche actuelle s'attache à appréhender ces changements ainsi que leurs implications spatiales, sociales et économiques. Notre étude s'inscrit dans une telle perspective et se veut une approche géographique des systèmes de cultures mis en oeuvre dans le cadre d'un terroir agricole. Notre échelle de référence sera celle des unités de production familiales (*pooye* ou ménages) qui se situent à la base de l'organisation socio-économique.

Ndiawara, cadre de l'analyse, est un ancien village de tradition agricole, situé dans la communauté rurale de Guédé (voir carte de situation), à l'intérieur de la vallée alluviale du fleuve Sénégal. Ici, la restructuration du terroir agricole

résulte du recul des systèmes de cultures traditionnels qui s'est produit parallèlement à une extension des superficies irriguées.

Nous tenterons d'abord de cerner le processus de mutation agricole par une analyse de l'évolution des principaux facteurs de production. L'étude des transformations intervenues dans la gestion de l'espace et de leurs diverses répercussions sera ensuite envisagée à travers une comparaison des terroirs ancien et actuel. Enfin, nous examinerons la production à l'échelle d'un cycle annuel afin de mieux caractériser et apprécier le nouveau mode d'exploitation des terres.

## LES PRINCIPAUX FACTEURS DE PRODUCTION AGRICOLE DANS UN CONTEXTE DE MUTATION

### Les ressources humaines

Du point de vue de son peuplement, le village de Ndiawara présente les traits caractéristiques de la société traditionnelle du Fouta Toro. En effet, on peut remarquer que, dans le contexte actuel marqué par de profonds changements socio-économiques, la hiérarchie et l'inégalité demeurent des principes fondamentaux de l'organisation sociale.

L'enquête démographique et socio-économique effectuée en Janvier 1992 a révélé une population résidente totale de 1136 habitants, dont 1040 résidents présents appartenant à trois groupes ethniques.

Deux de ces ethnies récemment établies à Ndiawara bénéficient d'une intégration partielle et constituent un groupe minoritaire.

- les Maures (35 habitants, 3% de la population) se composent de *Beydan* (hommes libres) et *Haratin* (dépendants). Refoulés du territoire mauritanien en 1989 lors du conflit frontalier, ils ont usé des liens de parenté qui les unissent à certaines familles du village pour y trouver asile.
- les *Wolof* (9 habitants, 1% de la population) comptent uniquement des hommes libres. Leur établissement dans le village est dû à des liens matrimoniaux.

Ces groupes de population que l'on peut considérer comme étrangers, se sont vus attribuer des terres en vue de leur subsistance, mais restent en marge des organes de décision et de gestion économique.

La part majoritaire de la population, appartient à l'ethnie des *Haalpulaaren* (996 habitants soit 96% de l'effectif global) fondateurs historiques du village. Ils ont su maintenir jusqu'à nos jours le système hiérarchique traditionnel, fondé sur l'inégalité des catégories socioprofessionnelles. Les hommes libres constituent une classe qui domine tant au plan numérique que statutaire,

formée par les *TooroodBe* (797 individus, cultivateurs), qui ont toujours assuré des fonctions de chefferie, les *SeBBBe* (guerriers, chasseurs) et les *SubalBe* (pêcheurs). La seconde classe est celle des artisans : *MaabuBe* (griots, tisserands), *SakkeeBe* (cordonniers). Enfin les *MaccuBe* (anciens serviteurs) constituent la dernière classe de la hiérarchie sociale.

Dans la tradition, la stratification de la population se manifestait dans l'inégale distribution des pouvoirs et des ressources entre les différentes classes statutaires, qui impliquait des relations de dépendance et de servitude. Relégués à un rang inférieur, les artisans et les captifs étaient soumis aux nobles *TooroodBe* qui détenaient l'essentiel du capital foncier.

L'avènement de l'irrigation et les réformes foncières ont contribué à l'amélioration des rapports humains. La généralisation de l'accès à la terre a permis aux classes lésées d'acquérir une certaine indépendance économique vis à vis des hommes libres.

Mais ces derniers conservent leur supériorité sociale et leur puissance économique dans la mesure où ils constituent les grandes familles lignagères du village (on recense surtout des patronymes *TooroodBe* : Diack, Hane, Ly, Sall, Sow, Sy, Thiélo), et détiennent les plus importantes responsabilités religieuses, politiques et économiques.

L'éclatement des lignages donne un autre niveau d'organisation sociale : il s'agit de l'unité d'habitation familiale (*galle* ou concession) qui regroupe des personnes issues d'un même ancêtre paternel. Le *galle* abrite l'unité économique de base (*fooyre* ou ménage, *pooye* au pluriel) réunissant ceux qui gèrent et exploitent collectivement une portion d'espace agricole et en consomment les ressources. Le *fooyre* est assimilé à une cuisine et ses membres partagent un même repas.

Le village de Ndiawara compte 110 *galle* et 123 *pooye* : 93% des *galle* ne contiennent qu'un seul *fooyre*, 7% en contiennent entre 2 et 5. En moyenne, 8 individus vivent dans un *fooyre*.

L'enquête démographique a consisté à regrouper les individus selon des classes d'âge définies en fonction de leur participation ou non aux différentes activités productives. L'importance des besoins en main-d'oeuvre et l'insuffisance des moyens matériels justifient l'abaissement de l'âge du travail.

La tranche de population active (55% de l'effectif total) est âgée de dix à soixante ans. Mais il s'agit dans l'ensemble d'une population jeune : la population inactive totale, qui s'élève à 469 habitants, comporte 86% d'enfants âgés de moins de dix ans. Le niveau élevé de la natalité et le fort taux d'accroissement naturel situé autour de 2,7% par an, entraînent une charge humaine assez lourde. En moyenne 50% des membres du *fooyre* sont inactifs.

La répartition par sexe de la population présente un déséquilibre en faveur des femmes qui constituent plus de la moitié des personnes actives. Le rapport de masculinité est de 87 hommes pour 100 femmes. Un tel décalage s'explique par la persistance du phénomène migratoire que les nouvelles opportunités dérivées de l'irrigation n'ont pas réussi à enrayer.

Le mouvement d'émigration touche 54% des *pooye* et, parmi les 104 départs recensés (en janvier 1992), 98 concernent le sexe masculin. Il faut noter que 58% des émigrés vivent à l'intérieur du Sénégal : Saint-Louis, le bassin arachidier, la Casamance, et surtout Dakar qui reçoit 45% de l'effectif global. Les autres lieux d'accueil sont localisés en Afrique, notamment dans sa partie occidentale (Côte-d'Ivoire), tandis que les USA représentent de nouvelles destinations. Cependant, l'émigration ne revêt plus un aspect négatif dès lors qu'elle est génératrice de ressources destinées à soutenir la population sédentaire locale : 20% des *pooye* bénéficient d'envois en nature (vivres) ou en espèces (dans 87% des cas). La plupart des envois (79%) servent à la satisfaction de besoins alimentaires.

### Les ressources en eau

Dans la région du fleuve Sénégal, la pluviométrie et l'écoulement fluvial sont les deux sources essentielles d'approvisionnement en eau de l'agriculture. La détérioration des conditions climatiques, en provoquant une régression des ressources hydriques, a imposé des conditions défavorables à l'activité agricole. La période 1970-1984 est marquée par la faiblesse et la variabilité inter-annuelle des hauteurs d'eau relevées à la station synoptique de Podor : les totaux annuels se situent entre 65,6 et 304 mm tandis que la moyenne annuelle n'est que de 175 mm. Cette dernière est maintenue en dessous de 250 mm, malgré une légère amélioration enregistrée entre 1985 et 1992. Au cours des deux périodes confondues, le total annuel de jours de pluie n'a jamais dépassé 35. D'autre part, la continentalité et la latitude (16°38') déterminent des températures relativement constantes et élevées : la moyenne minimale atteint 11,6°C entre 1970 et 1992. La baisse des potentialités hydriques résulte également de la combinaison d'une forte insolation et d'une évapotranspiration élevée.

Il convient d'ajouter qu'à ce déficit pluviométrique chronique, est venue s'ajouter une sécheresse hydrologique. L'écoulement du fleuve, qui dépend des précipitations reçues dans la région amont, s'est aussi affaibli : mesuré à Bakel, le déficit du module qui s'élève à 64% en 1972, atteint 70% en 1984 (Le Borgne J., 1990).

De tels constats ont justifié l'adoption d'une politique de maîtrise des eaux du fleuve : la régularisation du régime se réalise à partir de 1987 avec la mise en eau du barrage anti-sel de Diama et du barrage réservoir de Manantali. En 1992, une digue a été construite sur la rive droite de Diama, en vue d'obtenir un relèvement du plan d'eau.



Les terres de Ndiawara, situées dans la cuvette alluviale sont alimentées essentiellement par le défluent Doué. Sa capacité maximale d'écoulement est enregistrée en hivernage, période durant laquelle le débit (supérieur à 200 m<sup>3</sup>/s) assure l'irrigation des casiers rizicoles et rend possible l'inondation des cuvettes de décrue par l'effluent Diossorol. En contre-saison, les débits de soutien apportés par Manantali sont inférieurs à 100 m<sup>3</sup>/s.

Les superficies inondées varient d'une année à l'autre en fonction des volumes lâchés par Manantali, et de la cote du plan d'eau de Diama. Un des objectifs de ces réaménagements est d'assurer le maintien des systèmes de cultures et leur diversification par l'aménagement de périmètres irrigués.

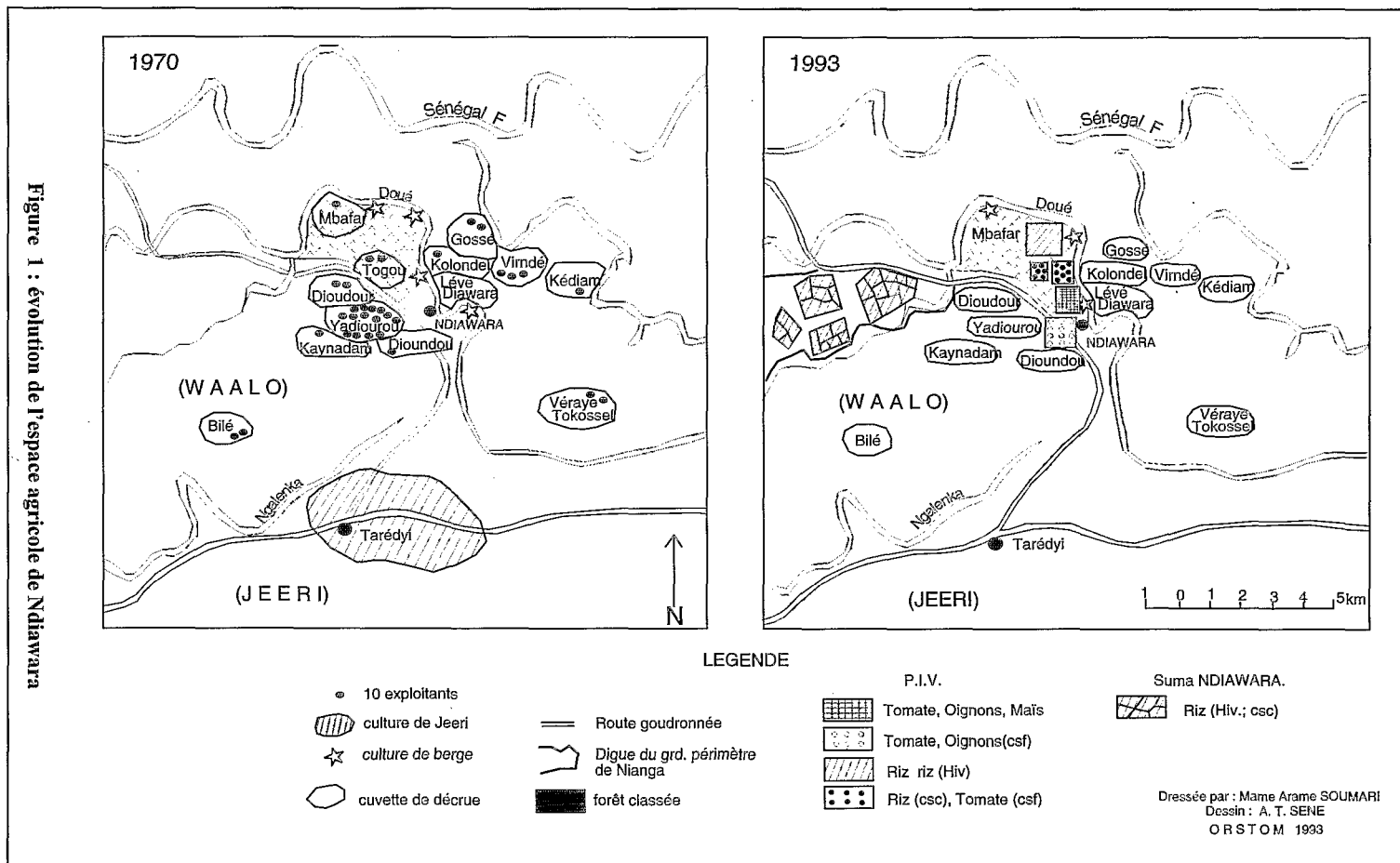
L'utilisation efficace et rationnelle de l'eau, facteur fondamental de production, apparaît ainsi comme un principe favorable à l'élargissement des modes d'exploitation agricole du milieu. Mais une telle entreprise entraîne de revoir le système de gestion des terres.

### Les ressources en terre

Dans le système agraire traditionnel, l'agriculteur *haalpulaar* parvenait à tirer le meilleur profit des potentialités et de la diversité du milieu physique. La péjoration des conditions naturelles a engendré deux phénomènes : d'une part, la réduction des disponibilités en eau a porté atteinte à l'exploitation des ressources foncières, et d'un autre part la mise en place des aménagements hydro-agricoles a introduit des innovations dans l'accès à la terre.

On peut remarquer, maintenant une sous-exploitation du terroir agricole de Ndiawara alors que le patrimoine foncier hérité des générations antérieures demeure :

- la marginalisation des terres du *jeeri*, traditionnellement réservées à la culture pluviale est une conséquence de la dégradation des conditions écologiques. La diminution du couvert végétal couvrant jadis ce paysage dunaire a laissé libre champ à la déflation éolienne qui poursuit son action érosive sur les vastes ondulations sableuses. Ailleurs, dans la vallée alluviale, les terroirs de décrue ne sont que partiellement alimentés par la crue.
- les *pale* (jardins des berges sablo-limoneuses) tapissent les bordures convexes du Doué et du marigot Diossorol et ont toujours été prisés pour leur aptitude au maraîchage. Actuellement, leur surface exploitable s'est rétrécie et correspond uniquement à la frange située au bas des versants, qui porte localement le nom de *mbolto*.
- les *pode* (terres des anciennes levées) exploitables en culture de décrue ou en culture pluviale, ne représentent plus que des friches où s'effectue parfois l'extension de l'habitat villageois. En effet, les crues actuelles sont trop modestes pour couvrir ces étendues situées à un niveau topographique relativement élevé.



- les *kolaaDe* (champs de décrue), répartis de part et d'autre du Doué, occupent les cuvettes sablo-argileuses du lit majeur. Actuellement, ces dernières ne sont submergées qu'au niveau de leurs parties basses, ce qui limite les possibilités d'exploitation.

La régression des surfaces inondables, phénomène préjudiciable à la culture de décrue, pose un problème d'exclusion de la majorité des propriétaires terriens dont les champs restés à secs sont devenus improductifs. On pourrait donc considérer qu'elle favorise la perpétuation du système inégalitaire d'accès au domaine foncier.

En effet, dans le système traditionnel, le patrimoine foncier du village était aux mains des familles lignagères *tooroodBe*. Chacune d'elle possédait une portion d'espace dite *joowre* ou propriété collective indivise, contrôlée par un doyen (*mawdo*) qui en assurait la répartition entre les différents chefs de ménage (*joom fooyre*). Les champs constitutifs du *joowre* étaient cédés de père en fils. Les groupes sociaux dépendants (artisans, esclaves affranchis) ne pouvaient bénéficier que d'un droit temporaire de culture moyennant le versement de redevances de natures diverses.

Mais la stipulation (en juin 1964) de la loi sur le Domaine national va mettre en place les conditions d'une remise en question des pratiques foncières traditionnelles. Elle peut être perçue comme un soutien à l'intégration du système de culture irrigué : l'agriculteur, quel que soit son rang social, pouvait prétendre à une parcelle irriguée à la seule condition qu'il accepte de la rendre productive. Cette loi très restrictive (interdiction de pratiquer des transactions foncières et le faire-valoir indirect) marque un pas important dans l'évolution du système foncier.

Cependant, les diverses mutations trouvent aussi leur expression dans la répartition spatiale et temporelle des activités agricoles.

## ESPACE ET CALENDRIER AGRICOLES RÉORGANISÉS

La lecture du paysage agraire apparaît comme la méthode la plus directe pour l'inquiétude des orientations nouvelles apportées au système agraire. La dégradation des conditions écologiques, les stratégies mises en oeuvre par les producteurs, les changements de politique agricole, la difficile coexistence entre la culture de décrue et la culture irriguée sont autant de paramètres qui s'inscrivent dans le paysage, premier support de la production.

Avant l'avènement de la sécheresse de 1973, le terroir agricole du village de Ndiawara s'étendait des dunes du *jeeri* aux terres inondables localisées de part et d'autre du Doué.

La pratique des systèmes de cultures reposait essentiellement sur les aptitudes et la configuration du milieu naturel. Dans le *jeeri* en hivernage, la culture pluviale occupait les dépressions interdunaires, lieux de convergence des eaux

et de concentration de la végétation. Dans la vallée alluviale, alors que les superficies exploitées sur *foonde* et *pale* dépendaient de l'amplitude de la crue, la forme des *kolaaDe* se calquait sur celle des cuvettes desservies par les voies d'eau naturelles (rigoles, marigots). Ainsi comme l'affirmait Boutillier. (1962) : "L'écologie de la vallée du fleuve Sénégal a étroitement conditionné les systèmes traditionnels".

Mais l'intégration de la culture irriguée a occasionné un réaménagement de l'espace (figure 1). L'endiguement des cuvettes concerne de vastes surfaces : à Nianga, 10.000 hectares sont endigués dont 1.200 cultivés. Si les *kolaaDe* subsistent, la faiblesse, ou plutôt l'incertitude de leur submersion, les relègue au second plan. Leur alimentation en eau est désormais réglementée par des vannes installées sur les défluent Ngalkanka et Diossorol. Diverses infrastructures ont été érigées. A Guia, une station de pompage raccordée à un réseau de canaux d'irrigation alimente le grand périmètre de Nianga. Au nord-est de la cuvette, un entrepôt permet la collecte et le stockage du riz, dont l'acheminement s'effectue vers Guia où se trouve l'usine Delta 2000, principal client du producteur. La SAED<sup>1</sup> dont le siège est établi au sud-ouest de Nianga, est l'organisme d'encadrement chargé de la vulgarisation du système de culture irriguée qui ne cesse de gagner du terrain. En effet, les anciens *kolaaDe* situés dans la dépression de Dioundou ont laissé la place aux périmètres irrigués villageois aménagés entre 1981 et 1986 à proximité du village. L'évacuation de la part de la production commercialisée est facilitée par l'axe routier reliant Podor à la localité de Taredji.

Il est clair que cette réorganisation de l'espace a des répercussions directes sur la répartition temporelle des travaux agricoles.

Rappelons que chez les *Haalpulaaren*, les cultures se pratiquent durant deux grandes saisons annuelles qui s'étendent de juillet à mi-mai. La saison sèche formée par une période fraîche (*dabbunde*) et une période chaude (*ceeDu*) s'oppose à la saison humide dite hivernage (*ndungu*). De mi-mai à fin juin, une brève phase transitoire (*demminaare*) marque l'approche de l'hivernage.

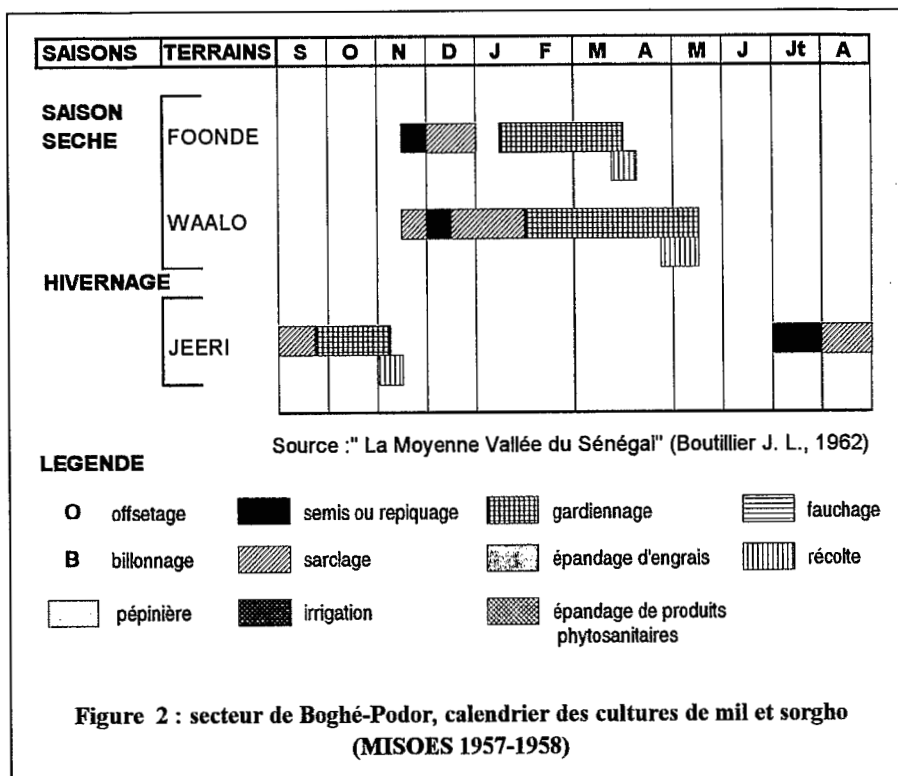
La comparaison des figures 2 et 3 laisse apparaître un certain nombre de changements et d'innovations.

La répartition annuelle des cultures suscite d'abord plusieurs observations. On constate un recul du mil (*souna* et *sorgho*) qui dominait traditionnellement et se pratiquait en toute saison, de façon quasi-permanente. A l'heure actuelle, sa culture ne couvre qu'une partie de la saison sèche, représentant moins du quart de l'année. Elle subit la concurrence des cultures d'oignons et de tomates (sources de revenus monétaires), pratiquées en contre-saison froide (CSF), époque durant laquelle la main d'oeuvre est aussi mobilisée dans les champs

---

1 Société nationale d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé.

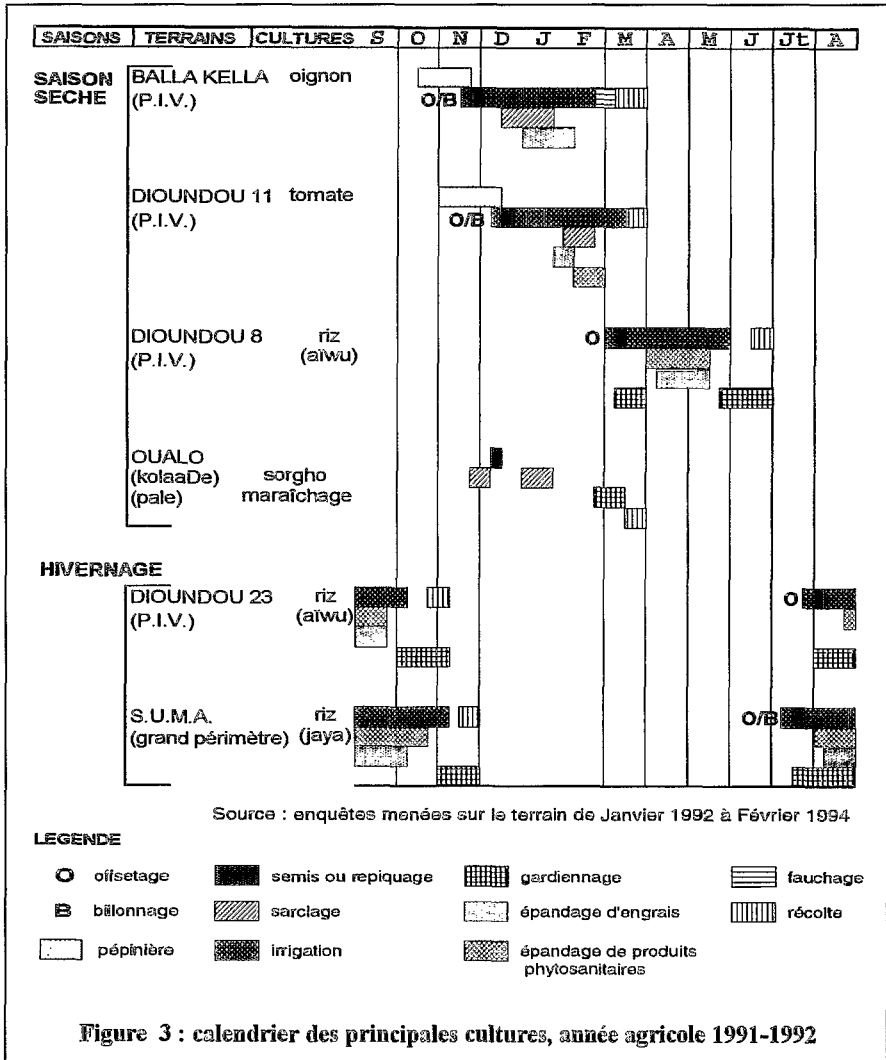
de berges. En revanche, le riz gagne du terrain : il est présent pendant la moitié de la saison sèche (en contre-saison chaude : CSC), tandis qu'en hivernage, il fait figure de monoculture.



D'autre part, la répartition des divers travaux met en évidence une surcharge et un déséquilibre du calendrier. Le chevauchement des différentes campagnes de cultures exige de la part du producteur un effort physique soutenu. L'accomplissement simultané de certaines tâches astreignantes en fournit une illustration (figure 3) : en décembre 1991, le sarclage de l'oignon a coïncidé avec le repiquage de la tomate ; au mois de mars 1992, la récolte de la tomate et de l'oignon s'est effectuée en même temps que le semis du riz de contre-saison (*aïwu* cultivé sur le petit périmètre irrigué villageois Dioundou 8). De plus, le *demminaare*, qui était autrefois une période de sous-emploi de la main-d'oeuvre, a été consacré à la récolte du riz de contre-saison chaude. Par ailleurs, on remarque l'apparition de nouveaux types de travaux tels que l'offsetage, le billonnage, la culture sur pépinière, l'épandage d'engrais ou de produits phytosanitaires.

Du point de vue de la répartition des systèmes de cultures, la culture irriguée apparaît nettement comme le mode d'exploitation prédominant. Elle se pratique douze mois sur douze, et son extension actuelle s'opère au détriment des

systèmes de décrue qui sont devenus secondaires. Quant à la culture pluviale, la figure 3 montre qu'elle a été rayée du calendrier.



### IMPACT SUR LA MOBILITÉ SAISONNIÈRE

L'impact de toutes ces mutations apparaît nettement à travers la remise en question de certains comportements humains. Le délaissement de la culture pluviale lié à la crise climatique a eu pour conséquence une suppression des transferts de populations qui s'effectuaient traditionnellement du *waalo* vers le *jeeri* pendant la saison humide. Les études socio-économiques menées dans la moyenne vallée du Sénégal en ont fourni des témoignages : "Pour la culture de

*jeeri* les habitants du *waalo* se déplacent parfois par villages entiers pour la durée de l'hivernage..." (Lericollais, 1970).

Aujourd'hui, on remarque un abandon des terroirs du *jeeri* par la population exploitante du village de Ndiawara. Cette dernière reste cantonnée dans la vallée alluviale où est apparu un nouveau schéma migratoire. Les enquêtes ont conduit à des constats importants : d'une part, elles révèlent que les déplacements saisonniers ont fortement diminué et ne concernent que moins de 25% des *pooye*, d'autre part ils se produisent surtout durant la saison sèche. Trois *pooye* possesseurs de bétail sont allés rechercher des pâturages vers la zone sud (Tatki, Barkéji). Leur migration peut être considérée comme définitive, car le retour au village ne se fait que de façon occasionnelle.

A l'opposé, 27 *pooye* changent de lieux d'habitation en fonction des saisons. Pendant le *dabbunde*, à l'occasion de la récolte du riz, plus de la moitié de cet effectif réside à l'intérieur de la grande cuvette de Nianga, la part restante s'installe dans les champs de berge (à Mbafar, au bord du Doué ou à Diossoro). La deuxième période de mobilité est le *ceeDu* lors de la culture de contre-saison du riz (Nianga).

De tels résultats rendent compte de la diminution du terroir cultivé : l'extension de l'espace irrigué et la multiplication des travaux agricoles ont conduit à une fixation de la main d'oeuvre à l'intérieur de la périphérie inondable du défluent Doué.

Cependant, une approche dynamique du système agraire ne peut être envisagée sans considérer les aspects relatifs à la pratique des cultures qui sont à même de nous éclairer sur les caractéristiques du nouveau mode d'exploitation du milieu.

## LA PRATIQUE DES SYSTÈMES DE CULTURES : DIVERSIFICATION OU RECENTRAGE SUR L'IRRIGUÉ ?

Il convient de rappeler un objectif essentiel qui a présidé à l'adoption d'une politique de diversification des systèmes de cultures. Il découle d'une volonté des pouvoirs publics d'enrayer la dégradation des conditions de vie des populations rurales et ce, par la mise en oeuvre de stratégies favorables à la promotion de l'agriculture qui tient une place prépondérante dans l'économie nationale. C'est dans ce contexte qu'a été formulée en 1984 la NPA (Nouvelle Politique Agricole) dont l'application est confiée à la SAED. Cette dernière, créée en 1965 en vue de développer l'agriculture dans le delta du Sénégal, a vu en 1979 son champ d'investigation s'étendre à l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal et de la Falémé. Chargée de la diffusion technologique et de l'encadrement des producteurs, la SAED constitue le principal outil de promotion de l'agriculture irriguée dans la vallée : de 16.000 hectares en 1981, les "superficies aménagées SAED" sont passées à 32.000 hectares en 1991 soit

une progression de 1.600 hectares par an. Une telle évolution des aménagements a été à l'origine de changements socio-économiques parfois radicaux. Cependant, on peut s'interroger sur son impact sur la couverture des besoins alimentaires des populations.

Un examen d'un cycle annuel de cultures pratiquées dans le cadre du terroir de Ndiawara permettra de cerner les principaux avantages et inconvénients de cette diversification.

## LA DIFFICILE SURVIVANCE DES SYSTÈMES DE CULTURES TRADITIONNELS

Chez les *Haalpulaaren*, l'année agricole débute au mois de septembre (qui correspondait, dans la tradition, au retrait des eaux de crue) et se termine avec la récolte des cultures d'hivernage. Le diagnostic des campagnes de cultures menées entre la contre-saison froide 1991 et l'hivernage 1992 amène à opposer les terrains anciens sous-exploités aux espaces irrigués qui concentrent l'essentiel de l'activité agricole.

Il faut d'abord constater la régression des systèmes de cultures de décrue qui assuraient jadis la part la plus importante des productions vivrières et mobilisaient la totalité de la population active en saison sèche.

- La culture sur cuvettes : les superficies cultivables varient d'une année à l'autre en fonction de l'ampleur de la crue. L'endiguement de la cuvette de Nianga et la faiblesse des niveaux de crue actuels ont entravé la mise en culture des *kolaaDe* dont la grande majorité est inexploitable. En 1991-1992, 101 *pooye*, sur les 123 que compte Ndiawara, ont déclaré détenir un nombre total de 280 parcelles de *kolaaDe* dont 74 seulement ont été cultivées (soit environ le tiers). Précisons que 97% des *pooye* exploitants possèdent des champs occupant des *hollalde* bas. De plus, la diminution de la durée de submersion (inférieure à 15 jours) impose le semis de variétés de sorgho à cycle cours. En compensation, les cultivateurs associent des plantes légumineuses comme le niébé, mais aussi du *beref*, des melons.
- La culture sur berge : elle apparaît comme le système qui résiste le mieux à la baisse de la crue, la proximité du Doué rend possible l'arrosage des parcelles non atteintes par la montée des eaux. Parmi les 91 *pooye* détenteurs de *pale*, plus de la moitié (68%) ont cultivé leurs champs durant la contre-saison froide 1991-1992, mobilisant 59% de la population active du village. Cependant, les exploitants s'accordent à mettre l'accent sur la réduction des superficies cultivables. La bande de terre traditionnellement mise en culture s'est rétrécie au fil des années ; à l'heure actuelle, la partie la plus basse de la berge est seule exploitée. Un tel phénomène a porté atteinte à la variété des cultures : on y



retrouve des plantes maraîchères (citrouille, piment, *gombo*) ainsi que le maïs, la patate, l'oseille, tandis que l'arachide, le petit mil ont disparu.

- La culture sur levées : l'absence de fortes crues et la faiblesse des totaux pluviométriques annuels justifient l'abandon des anciennes levées qui étaient autrefois des terres très prisées par les *Haalpulaaren*. A Ndiawara, 113 *pode* ont été recensés mais aucun *fooyre* n'a pu pratiquer cette culture en 1992.

Parallèlement, on remarque le délaissement de la culture pluviale : la rentabilisation des terroirs du *jeeri* est aujourd'hui perçue comme une illusion. Si 94 *pooye* ont déclaré avoir exercé cette activité, deux seulement ont tenté des cultures pendant l'hivernage 1992 à proximité de la localité de Tatki située dans la zone de transition avec le Ferlo.

A l'heure actuelle, la population de Ndiawara tente de tirer ses principaux moyens de subsistance de l'agriculture irriguée dont le développement introduit des innovations importantes dans l'économie villageoise.

## LA PRÉPONDERANCE DU SYSTÈME DE CULTURE IRRIGUÉE

Ici, la pratique de l'irrigation a débuté dans les années 1974-1975 avec l'aménagement d'un "casier pilote" à l'intérieur de la grande cuvette de Nianga, où la riziculture occupait alors un périmètre de 650 hectares subdivisé en mailles hydrauliques. Trois étapes peuvent être retenues dans la progression de l'aménagement :

- en 1977, les producteurs sont organisés en groupements ou sections villageoises dont celui de Ndiawara formé par 13 exploitants, se partageant une superficie de 10 hectares.
- en 1980, la pratique de la mécanisation est favorisée par une extension des superficies. La CUMA pilote (Coopérative d'Utilisation du Matériel Agricole) dispose de 100 hectares.
- en 1984, les groupements sont érigés en SUMA (Section d'Utilisation du Matériel Agricole) dont chacune est équipée en matériel agricole lourd et dotée d'un fond de roulement. Dans le même temps, l'espace irrigué a également augmenté : la superficie de la SUMA passe de 52,4 hectares à 69,3 hectares avec la création d'un secteur C nord (16,9 hectares).

Notons que, parallèlement à l'aménagement de la cuvette de Nianga, la mise en place de petits périmètres villageois (PIV) à proximité du village marque l'adhésion massive de la population à la culture irriguée, qui est ainsi hissée au premier rang des systèmes de production paysans.

Au total, cinq PIV ont été aménagés par la SAED grâce à l'appui financier du FED (Fond Européen de Développement) et à la mobilisation des habitants.

Ndiawara dispose d'un espace irrigué couvrant 122,51 hectares (tableau 1). La source hydraulique est le défluent Doué et l'alimentation en eau des superficies s'effectue à partir d'une station de pompage (pour la SUMA) et de groupes motopompes sur bac flottant (pour les PIV).

NOM DU PERIMETRE	Année de création	Superficie initiale (hectares)	Superficie actuelle (hectares)	Superficie moy./parc. (hectares)	Nbre de parcelles	Nbre d'attributaires	Nbre pooye détenteurs (Ndiawara)
SUMA (Nianga)	1974	10	69.3	0.47	146	146	42
DIOUNDOU 11	1981	11	13.76	0.1	129	124	87
DIOUNDOU 8	1982	8	11.91	0.13	88	87	73
DIOUNDOU 12	1983	12	12.94	0.08	152	142	93
DIOUNDOU 23	1983	23	26.2	0.14	177	172	120
BALLA-KELLA	1986	13.72	15	0.07	207	196	114

Tableau 1 : les terrains de cultures irriguées de Ndiawara (1992)

Soixante trois exploitants qui représentent 34% des *pooye* se partagent une superficie de 42,7 hectares dans la cuvette de Nianga, où ils constituent, avec les Peul du village de Dékolé, une SUMA regroupant 9 groupements de producteurs.

La surface restante (79,81 hectares) est occupée par les PIV dont quatre ont été aménagés dans un ancien *kolengal* ou cuvette de décrue (Dioundou) dont ils portent le nom.

Les cultures de tomates et d'oignons (en contre-saison froide), celle du maïs (en hivernage) et celle du riz en contre saison chaude ou hivernage, alternent sur les PIV Dioundou 8, Dioundou 11 et Dioundou 12. Dioundou 23 est exclusivement réservé à la culture du riz en hivernage.

Le dernier PIV aménagé (Balla-Kella) est installé sur des terres de *pode* et porte l'oignon ou la tomate en contre-saison froide.

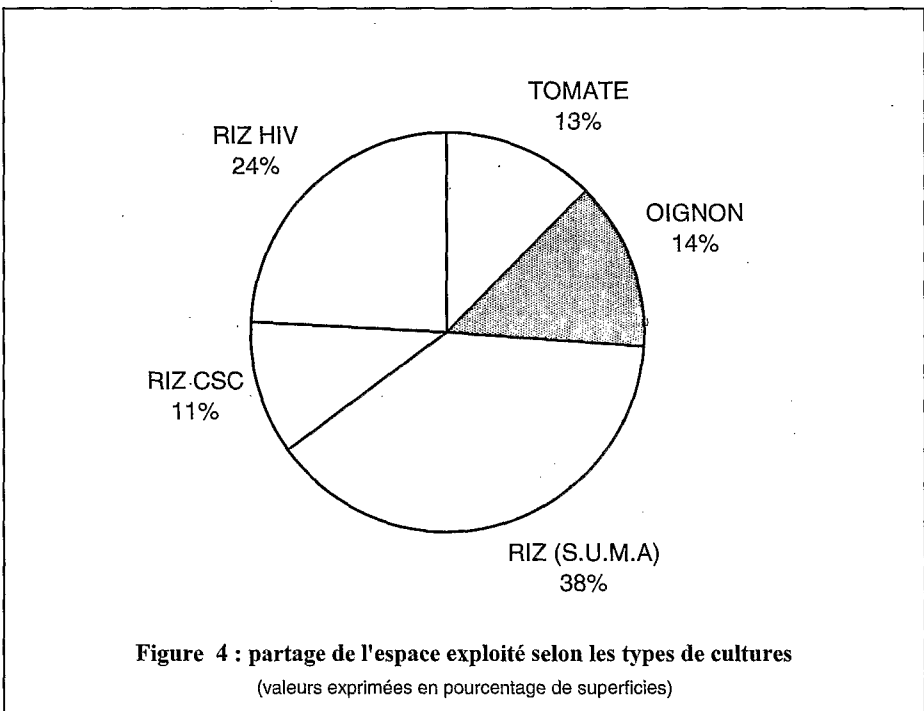
Pendant longtemps les producteurs ont bénéficié de l'appui et de l'encadrement de la SAED qui assurait la gestion de la part commercialisée de la production et jouait le rôle d'intermédiaire entre les exploitants et leurs principaux clients (la SOCAS<sup>2</sup> pour la tomate et l'usine Delta 2.000 pour le riz). Mais le changement de politique agricole amène cet organisme à mettre en oeuvre un désengagement de toutes les actions en amont et en aval de la production. Cette politique de responsabilisation du producteur justifie le regroupement des 16

2 Société de Conserves Alimentaires du Sénégal.

SUMA de Nianga en un GIE (Groupement d'Intérêt Économique) chargé de la gestion des aménagements et des infrastructures associées.

Les instances économiques villageoises (SUMA pour Nianga et coopérative pour les PIV) doivent désormais tenir eux-mêmes les comptes d'exploitation et veiller à la rentabilité des investissements. Leurs objectifs sont ambitieux. Il s'agit d'une part, de maintenir les cultures commercialisées (tomates et oignons produits dans les PIV et riz cultivé dans la cuvette) et d'en tirer des revenus monétaires, d'autre part, élever la production du riz à un niveau assez élevé pour assurer une couverture des besoins alimentaires des *pooye*.

L'utilisation de l'espace au cours de l'année agricole 1991-1992 l'atteste : la superficie exploitée s'élevait à 109,57 hectares, représentant 89% de l'espace aménagé. Les cultures commercialisées (la tomate, l'oignon et le riz produit dans la cuvette de Nianga) couvraient 71,46 hectares tandis que le riz réservé à l'autoconsommation n'a occupé que 35% des terres cultivées soit une étendue de 38,11 hectares.



La figure 4 montre bien l'importance accordée aux cultures destinées à la commercialisation. Cette nouvelle orientation agricole est apparue avec l'intégration du système irrigué.

L'oignon a été introduit récemment, la première campagne de culture ne date que de la contre-saison froide 1989-1990. La culture du *violet de Galmi*

(variété semée), effectuée sur le périmètre Balla-Kella en 1991-1992, a fourni un rendement de 8 tonnes par hectare. Mais les revenus tirés de cette culture sont difficiles à évaluer, car si certaines opérations comme la préparation du sol (offsetage, billonnage) et l'irrigation relèvent d'un financement collectif géré par la coopérative, l'achat des intrants est fait individuellement par chaque exploitant.

La culture de l'oignon exige peu d'intrants et de soins. Les quantités d'engrais appliquées sont faibles et les produits phytosanitaires ne sont en général pas utilisés. D'un autre côté, la petite taille des parcelles facilite les travaux de repiquage et sarclage. Cependant les prix de vente au kilo sont faibles (variant entre 20 et 60 FCFA), du fait des importantes quantités d'oignon livrées en même temps sur les marchés.

La tomate est la plus importante production commerciale : depuis l'aménagement des PIV, sa culture est pratiquée régulièrement pendant la contre saison froide. Elle est produite sous contrat avec la SOCAS qui fournit la totalité des intrants remboursés en fin de campagne. Si la vente de la production est assurée, la superficie cultivée varie fortement d'une année à l'autre en fonction des besoins exprimés par l'usine. Durant la contre saison froide 1990-1991, la culture s'est étendue sur deux PIV (Balla-Kella et Dioundou II), soit une surface de 28,76 hectares. Par contre, en 1991-1992 l'usine, qui disposait d'un stock non écoulé, a limité la culture à l'échelle d'un périmètre, Dioundou II.

Les enquêtes effectuées auprès des exploitants et la consultation du compte d'exploitation détenu par la coopérative ont permis de dresser un bilan de campagne. La production globale était de 247.129 kg pour une superficie de 13,76 hectares, soit un rendement de 18 tonnes par hectare. Après remboursement du crédit, les ressources produites étaient d'un montant de 4.507.140 F CFA, soit un gain moyen de 34.939 F CFA par parcelle. Ce résultat satisfaisant ne doit cependant pas masquer certaines insuffisances :

- le tableau 2 met en exergue l'écart important qui existe entre les revenus escomptés et ceux effectivement issus de la vente ; d'autre part, le prix d'achat fixé est faible (30 F CFA).
- près de 3% de la quantité produite a été perdue entre le moment de la récolte et celui du pesage à l'usine.
- les charges d'exploitation sont élevées : le coût total de production est équivalent à 38% de la récolte vendue. Si 64% des producteurs ont tiré profit de la campagne, 36% ont produit à perte : 33 exploitants ayant livré une production inférieure à 1.176 kg n'ont pu honorer leurs dettes ; 13 exploitants sont tout juste parvenus à rembourser le coût d'investissement (21.160 F CFA) calculé par parcelle.

DIOUNDOU 11 : 129 parcelles -13,76 hectares				
Partage de la production	Poids (kg)	Valeur (FCFA)	Investissement et revenu	Valeur (FCFA)
Quantité totale livrée	247129	7413870	Coût de production (parcelle)	21160
Quantité totale perdue	5903	177090	Coût de production (campagne)	2729640
Quantité effective vendue	241226	7236780	Revenu global (FCFA)	4507140

**Tableau 2 : ressources monétaires générées par la production de tomate**

(contre saison froide 1992)

Il y a lieu de souligner certaines contraintes faisant obstacle à la rentabilité : la salinité des terres est évoquée par la plupart des exploitants ainsi que la présence de parasites (insectes) et de maladies (fusariose).

Le riz a occupé la plus grande portion (73%) de l'espace mis en culture et tient donc une place prépondérante dans la gamme des cultures irriguées. Sa production sert d'une part à la commercialisation, d'autre part à l'autoconsommation locale.

Une fraction minoritaire des *pooye* de Ndiawara a le privilège de détenir une portion de l'espace aménagé dans la cuvette de Nianga et tente d'en tirer des ressources monétaires ainsi qu'un complément vivrier indispensable à l'amélioration de sa couverture alimentaire. S'il existe des inégalités dans la répartition des parcelles, dont la taille moyenne (entre 0,42 et 1,1 hectare) est très variable d'un groupement à l'autre, les superficies attribuées par exploitant sont nettement plus importantes que celles détenues dans les PIV. Depuis la constitution de la SUMA en 1984, les producteurs disposent d'un équipement composé d'un tracteur, d'une charrue et d'une remorque.

La production y est également soutenue par divers acteurs économiques : les intrants (engrais et produits phytosanitaires) sont procurés par le crédit accordé par la CNCAS (Caisse Nationale de Crédit Agricole), l'union des SUMA se charge du financement des opérations relatives au travail du sol ou à l'irrigation, et l'usine Delta 2000 achète la production de paddy au prix de 85 F CFA le kilo.

L'entrée en vigueur de la politique de désengagement de l'État a limité les actions de la SAED à l'encadrement et à la formation des producteurs aux techniques de gestion.

En 1992, la variété de riz *jaya* a été semée sur l'ensemble de la superficie (69,30 hectares), sa production estimée par la méthode de sondage-rendement mise en oeuvre par la SAED atteignait 360,36 tonnes, soit un rendement de 5,30 t/hectare.

De tels résultats ont certes permis le remboursement des crédits de campagne mais du point de vue de la constitution des revenus, les profits sont inégaux. On pourrait classer les 63 exploitants de Ndiawara en trois catégories :

- 36% de l'effectif ont remboursé leurs dettes vis à vis de la SUMA et obtenu des ressources vivrières ainsi qu'une somme d'argent variant entre 2.000 et 95.000 F CFA.
- 46% des producteurs ont préféré s'endetter, réservant une part de leurs récolte (environ un tiers) à la consommation.
- 18% des exploitants ont réussi à éponger leurs dettes et reçu des revenus peu significatifs, inférieurs à 5.000 F CFA.

L'optimisation de la rentabilité se heurte au coût élevé des investissements qui est de plus rehaussé par les taux d'intérêt : la redevance hydraulique passe de 31.500 FCFA/hectare en 1984 à 41.000 FCFA à partir de 1985 ; le taux d'intérêt fixé par la CNCAS est élevé (15,5% par an), et pour la campagne d'hivernage 1992 il représentait 10,4% de la somme exigible.

Dans les PIV, la riziculture, exclusivement destinée à l'autoconsommation, dépend d'autres conditions. Durant la contre saison chaude 1991-1992, l'*aïvui*, variété de riz à cycle végétatif court (80 jours), a été semé sur une surface de 11,91 hectares tandis que l'hivernage est propice à la culture de la *jaya* (plante à cycle long, 120 jours) réalisée sur le périmètre Dioundou 23 (26,2 hectares). Il faut remarquer que la tentative d'instaurer une double culture du riz participe de la volonté d'accroître la production consommable, mais sa réussite est déterminée par la maîtrise de plusieurs facteurs : la capacité financière de la coopérative à faire face aux dépenses nécessaires au démarrage de la campagne (offsetage, achat de gas-oil), la disponibilité du groupe motopompe (les 2 GMP fonctionnels assurent l'irrigation des parcelles de tomates et oignons). Bien souvent, l'une de ces conditions n'est pas réunie, et parallèlement, la difficulté de réaliser une répartition de la force de travail entre trois espaces de production explique le manque de motivation manifesté par les producteurs. Si le riz constitue l'unique spéculation pratiquée à l'échelle du PIV Dioundou 23 en hivernage, sa culture en contre-saison chaude n'intervient encore que de façon irrégulière. La quantité totale de paddy produite pendant la campagne d'hivernage 1992 s'élève à 115 430,4 kg soit un rendement de 4,4 T/hectare alors que la *jaya* exploitée dans des conditions satisfaisantes, fournit une meilleure productivité (de l'ordre de 8 T/hectare). La faiblesse de la production résulte de la combinaison de plusieurs facteurs limitants :

- l'insuffisance des quantités d'engrais et de produits de traitement phytosanitaire : parmi les 177 parcelles que compte le périmètre, seules 56 ont reçu une quantité moyenne de 75 kg d'urée (dans 70% des cas, un seul épandage a été effectué) ;

- l'insuffisance des disponibilité en eau : la puissance du GMP ne permet pas l'irrigation convenable de tous les secteurs (fréquence du tour d'eau : 15 jours) ;
- les imperfections du planage : au début de chaque campagne les exploitants tentent en vain de supprimer les dénivelés du terrain perceptible à l'échelle parcellaire. Après l'irrigation certaines parcelles sont gorgées d'eau alors que d'autres sont mal desservies. De tels inconvénients sont aggravés par l'absence de canaux de drainage.

Par ailleurs, l'investissement humain est important : la récolte et le battage effectués manuellement mobilisent en moyenne 5 personnes par parcelle. La volonté de contourner de telles difficultés a conduit à créer des associations de *galle* (lignage) qui encouragent l'entraide sociale.

Il convient d'évoquer les stratégies mises en oeuvre par les producteurs en vue de diversifier les ressources vivrières : le maïs utilisé comme brise-vent entoure les parcelles de tomates ; la culture légumière s'associe à la riziculture : citrouille, courge, *gombo*, patate, *beref*, etc., sont plantés tout au long des diguettes.

Cependant les quantités récoltées sont sans commune mesure avec celles obtenues jadis dans les terroirs de décrue.

## CONCLUSION

L'évolution du système agraire mis en oeuvre par la communauté villageoise de Ndiawara est marquée par le recul des systèmes d'exploitation traditionnels inadaptés à la rigueur climatique actuelle.

La prédominance de la culture irriguée, adoptée en vue d'une diversification des systèmes de culture, apparaît à travers la répartition spatiale et temporelle des cultures et travaux agricoles.

L'extension de l'espace irrigué a favorisé le passage d'une agriculture de subsistance à une agriculture semi-commerciale caractérisée par une prépondérance du risque financier. Notons que les multiples investissements consentis ne génèrent encore que de maigres ressources :

- les productions vivrières sont limitées et peu diversifiées. Un des grands changements introduits par le système irrigué réside dans le bouleversement des habitudes alimentaires. La raréfaction du sorgho découle de la réduction des terres de décrue et le riz est devenu le principal produit alimentaire. Cependant, les superficies occupées par la production auto-consommée sont réduites alors que les rendements sont faibles.
- la commercialisation des produits agricoles ne fournit qu'un revenu monétaire insuffisant et incertain, au prix d'un investissement humain important.

Le recours à l'irrigation a conduit à l'amorce d'une monétarisation de l'économie villageoise dont les avantages sont limités, alors que la satisfaction des besoins alimentaires de la population reste un objectif pas encore atteint. Mais à l'heure actuelle, la rentabilité des aménagements hydro-agricoles est devenue problématique. En effet, un phénomène nouveau est apparu, suscitant certaines interrogations : la dévaluation du Franc CFA, en janvier 1994, a eu pour effet immédiat d'augmenter les coûts de production. Quelles vont être les stratégies des exploitants face à ce défi ?

Les producteurs seront-ils en mesure de prendre leur destinée en main ?

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

□ Boutillier J. L., Cantrelle P., Causse J., Laurent C., N'Doye T., 1962 : La moyenne vallée du fleuve Sénégal. *Édité par le Ministère de la Coopération (INSEE/Paris)*.

□ Le Borgne J., Novembre 1990, " La dégradation actuelle du climat en Afrique, entre Sahara et Equateur ". In : *La Dégradation des Paysages en Afrique de l'ouest*- édité par Richard J. F., PUD.

□ Lericollais A., Diallo Y., 1980, Peuplement et cultures de saison sèche dans la vallée du Sénégal. Carte C (Ndioum, Bogué-ouest) au 1/100.000, *ORSTOM - OMVS/Paris*.

□ OMVS, 1980, "Etude socio-économique du bassin du fleuve Sénégal. Le milieu rural traditionnel : Partie B", *édition provisoire, St.-Louis*.

□ OMVS, 1980, "Etude socio-économique du Bassin du fleuve Sénégal. L'introduction de la culture irriguée : Partie C". *édition provisoire, St.-Louis*.

□ □ □



# La dynamique sociale des GIE, village de Donaye (département de Podor, communauté rurale de Guédé)

□ □ □

C. Tarrière-Diop

Sociologue, Institut d'Etudes du Développement Economique et Social, Paris

L'émergence des Organisations Paysannes (OP) n'est pas un phénomène nouveau et soudain ; elle est le résultat d'un processus d'évolution sociale (rôle des migrants, émergence des intellectuels, développement des ONG) et de réaction face à une conjoncture de crise (sécheresse, déséquilibre des systèmes de production). Il existe de nombreux types d'organisations qui interviennent dans des domaines différents (social ou économique) et à des échelles diverses (échelle villageoise pour les organisations de base, ou intervillageoise pour les unions et fédérations). Avec le désengagement de l'Etat, les OP deviennent, pour les décideurs, des acteurs incontournables dans les stratégies de développement. Dans ce contexte, la loi portant sur le statut des Groupements d'Intérêt Economique (GIE) va permettre aux Groupements de Producteurs (GP) d'être reconnus officiellement. Cette mesure juridique va être à l'origine de la création de nombreux groupements. Des enquêtes ont été menées dans le village de Donaye, situé dans l'île à Morphil. La culture irriguée a commencé dans ce village en 1978. Avec une population actuelle de 1.500 habitants, le village a un potentiel de terres cultivables estimé par la SAED à 750 ha (Ba, 1987, p.1), dont près de 70% sont actuellement aménagés. L'étude de ce village présente un intérêt particulier de par ses spécificités : fortement impliqué dans l'irrigation, il se caractérise par la multitude de groupements de producteurs. L'insertion des *pooye* (unités de consommation) dans ces différents groupements est marquée par une "multi-appartenance". Le but de cet article est de dégager des éléments d'analyse de la dynamique actuelle engendrée par les GIE, à partir d'une étude de cas ; nous nous limiterons à deux niveaux d'analyse : le *fooyre* et le village. Pour cela, nous étudierons en premier lieu le contexte dans lequel se déploient les groupements. Dans un deuxième temps, une étude par type de GIE, montrera l'émergence d'un nouveau type de groupement : lié au désengagement de l'Etat, il remet en cause le principe de l'accès égalitaire à l'irrigation mis en avant dans les

périmètres villageois. Enfin, nous nous intéresserons à la signification des GIE pour les acteurs et à leurs impacts au sein du village.

## LE CONTEXTE D'ÉMERGENCE DES GROUPEMENTS D'INTÉRÊT ÉCONOMIQUE (GIE)

La dynamique actuelle induite par le développement des GIE, doit être resituée dans son contexte : d'une part, les sociétés de la moyenne vallée se caractérisent par leur système social et par une gestion traditionnelle rigoureuse du territoire qui lui est lié (cf. la notion "d'écologie politique du territoire", Schmitz, 1986). D'autre part, l'environnement politique du monde rural sénégalais est marqué par deux orientations : une gestion décentralisée des terroirs avec la réforme territoriale et administrative de 1972, appliquée dans le Région du Fleuve depuis 1980, et la Nouvelle Politique Agricole (NPA) de 1984. Cette dernière crée un contexte favorable au développement des groupements en mettant en place des moyens financiers et juridiques.

### L'environnement social et économique

#### Un système de production remis en cause

La gestion du territoire reposait sur une complémentarité spatio-temporelle de l'agriculture : une agriculture pluviale sur le *jeeri* (bordure de la vallée, non inondable) pendant l'hivernage ; une culture de décrue sur le *waalo* (vallée alluviale inondable) pendant la saison sèche. Une seconde complémentarité entre les diverses activités (agriculture, pêche, élevage) vient se superposer à la première. L'organisation traditionnelle du travail faisait appel à différentes formes de participation collective (Minvielle, 1985, p.47-48), qui pouvait être le recours au salariat, sans considération sociale ou parentale (*dawol njoBdi*), ou des formes d'entraide villageoise ou familiale, pouvant aller du regroupement familial à des structures de simples affinités individuelles. Une importance particulière était attachée au *dawol fedde*, groupement d'entraide à l'intérieur des classes d'âge.

Ce système de production a été remis en cause par la sécheresse, la mise en place des barrages et le développement de la culture irriguée ; pour l'ensemble du département de Podor, la superficie irriguée est de 12.355 ha, dont 3.840,4 ha pour la communauté rurale de Guédé. Une enquête passée dans le village de Donaye en 1992 auprès de 144 *pooye* indique la quasi absence de culture de *jeeri* et de *waalo* (2% des *pooye* ont cultivé du *waalo* en 1991 ; 27% ont cultivé du *falo* (culture de berge) cette même année). Le village de Donaye se caractérise par une forte implication des villageois dans la culture irriguée ; la superficie irriguée est de 500 ha, les *pooye* disposent en moyenne d'une superficie de 1,5 ha, et 38,5% des *pooye* ont des parcelles dans 5 ou 6 aménagements différents.

Avec le développement de la culture irriguée, le paysan tend à s'affranchir des conditions naturelles, dont il était dépendant dans le système de culture traditionnel. Ce passage rapide à la riziculture aura des répercussions sur les habitudes alimentaires (le riz devenant l'aliment de base à la place du mil), sur la durée des activités agricoles (ces dernières s'étendant sur toute l'année), et entraînera des bouleversements sociaux avec la mise en place de comités de gestion des périmètres et des normes égalitaires de répartition des parcelles dans les périmètres villageois.

### Un système social hiérarchisé

La société *haalpulaar* est structurée en trois groupes : les *RimBe* (hommes libres et nobles), les *ÑyeenBe* (également libres, mais artisans ou *griots* attachés aux *RimBe*), et les *GallunkoBe* ou *MaccuBe* (anciens captifs).

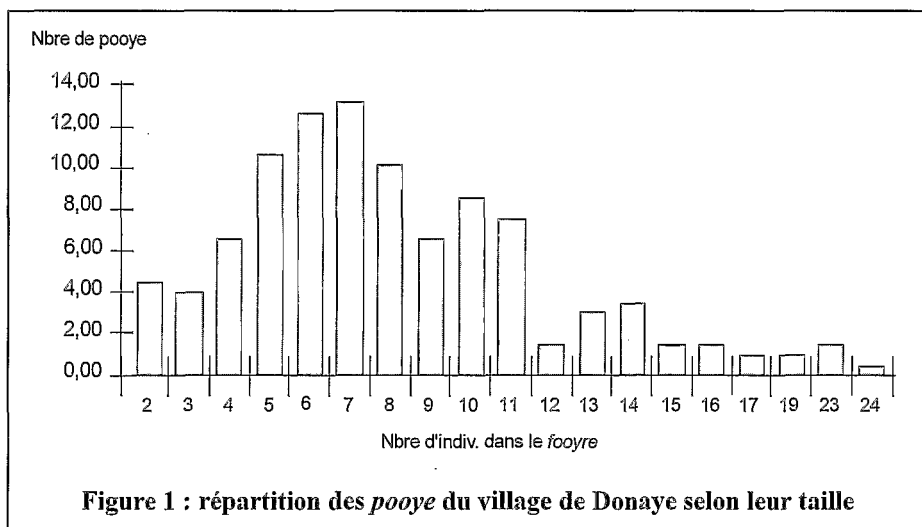
CATEGORIES SOCIALES	"CASTES" <sup>1</sup>	FONCTIONS OU SPECIFICITES
<p><b>Les RimBe</b> (sing. Dimo)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">                     Castes Libres et dirigeantes                 </div>	<p>Les TooroodBe (sing. Toorodo) Les SubalBe (sing. Cubballo) Les SeBBe (sing. CeDDo) Les JaawamBe (sing. Jaawando)</p>	<p>Pêcheurs ancienne classe guerrière conseillers auprès des chefs</p>
<p><b>Les ÑyeenBe</b> (sing. Ñyeenyo)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">                     Castes d'artisans et de griots                 </div>	<p>Les MaabuBe (sing. Maabo) Les SakkeeBe (sing. Sakko) Les WayilBe (sing. Baylo) Les LawBe (sing. Labbo) Les AwluBe (sing. Gawio) Les WambaaBe (sing. BambaaDo)</p>	<p>Tisserands Cordonniers Forgerons/bijoutiers Boiseliers Griots généalogistes Musiciens</p>
<p><b>Les JeyaaBe</b> (sing. JeyaaDo)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">                     Castes d'anciens serviteurs                 </div>	<p>Les MaccuBe (sing. Maccudo) Les GallunkoBe (sing. Gallunke)</p>	<p>Esclaves affranchis</p>

**Tableau 1 : structure sociale des *haalpulaaren***

Le village de Donaye est composé de 54% de *TooroodBe*, 8,5% de *SubalBe*, 9% de *WayilBe*, 18% de *MaccuBe*, 2,5% de *GallunkoBe*, et 6,75% de *Peul*. Si officiellement la référence aux "castes" n'existe plus, elle demeure un élément marquant les relations sociales. Le lien de parenté est le second élément de structuration des rapports sociaux, avec ses différents niveaux. Le niveau le plus restreint est le *fooyre* définit comme unité économique de base

1 L'application du terme de "caste" à la société *haalpulaar* est fortement discutable (Wane, 1969)

(unité de consommation). Le *galle* est l'unité résidentielle, c'est-à-dire la concession. Dans le village de Donaye, dans la majorité des cas, le *galle* ne comporte qu'un seul *fooyre*. La taille de ce dernier varie entre 2 et 24 individus avec une moyenne de 8,19 individus (Figure 1), 74% des *pooye* ne sont constitués que d'un seul noyau.



Le *leeñol* comprend tous les descendants d'un même ancêtre. Par extension, le mot *galle* peut prendre le sens de segment de lignage. Enfin, l'âge est aussi un critère régissant les rapports sociaux.

Ces trois niveaux de structuration sociale se retrouvent au sein de structures organisationnelles traditionnelles. A Donaye il existe trois associations de groupes statutaires (*Maccudo*, *Baylo*, *Cubballo*). Leurs objectifs sont essentiellement l'entraide dans les champs et lors des cérémonies. La constitution d'une caisse commune (cotisation en nature), permet de venir en aide aux membres en difficulté ou de constituer un GIE (apport personnel). Elle leur permet aussi de participer financièrement aux charges communes (construction d'infrastructures, accueil de marabout,...). La seconde forme de groupement traditionnel est fondée sur les liens de parenté. Dans les anciennes grandes familles du Fouta, les membres adultes d'un lignage, dirigé par un aîné (*mawdo galle*), se regroupaient pour défendre les intérêts de la famille : en constituant des groupes de pression, ils jouent un rôle important dans les luttes de clans politiques, la défense des droits de propriété sur les terres, le soutien aux candidats à la chefferie du village). Ces associations avaient un rôle d'entraide au sein de la famille : constitution de greniers à mil, main d'oeuvre d'appoint dans les champs si un membre était malade. A Donaye, il y a cinq associations familiales qui continuent de jouer un rôle important pour la défense des droits fonciers, problème de plus en plus important. En cas de

conflit au sein du village, chaque famille envoie deux représentants ; si le problème ne peut être résolu, le comité des notables du village est convoqué. La section féminine de chacune de ces associations a une tontine, dont l'objectif est de renforcer l'entraide et la solidarité lors des cérémonies.

Enfin, les classes d'âge (*fedde*) lient des individus de même âge et sexe depuis l'enfance jusqu'à l'âge adulte. En dehors de la fonction ludique, la classe d'âge joue un rôle d'éducation, d'apprentissage de la vie collective et d'entraide, qui deviendra prépondérante avec l'âge : entraide pour les activités agricoles, pour la construction de case, pour les cérémonies de baptême et de mariage,...

Ces associations traditionnelles jouent essentiellement un rôle de cohésion sociale, codifient les relations selon les statuts de caste, de famille, d'âge. Elles instaurent surtout des relations privilégiées entre deux individus de même classe d'âge, ou de même famille.

L'introduction de la culture irriguée a pour principale conséquence sociale l'accès égalitaire à l'irrigation. Cependant, cela ne signifie pas pour autant qu'on s'achemine vers une société plus égalitaire. Il s'agit plutôt d'un glissement des lieux d'expression de la hiérarchie : l'inégalité ne va plus s'exprimer de façon prépondérante dans l'accès à la terre, mais à travers de nouveaux espaces d'expression du pouvoir que sont les groupements. De plus, le maintien des "associations traditionnelles" rappelle à chaque individu sa place et son rôle dans le système social.

### L'environnement politique et institutionnel

**La gestion du terroir** est influencée par la loi sur le Domaine national de 1964, et par la réforme administrative et territoriale de 1972. Ces lois stipulent que le Domaine national (95% du territoire) est placé sous le contrôle de l'Etat ; il est divisé en zone urbaine, zone classée, zone pionnière et zone de terroir. En théorie, les droits fonciers traditionnels ne sont plus reconnus. Les terres en zones de terroirs sont gérées par le conseil rural composé d'élus de la communauté rurale. Toute personne résidant dans la communauté rurale peut prétendre à une affectation de terre auprès du conseil rural, s'il est reconnu qu'elle a la capacité de la mettre en valeur, dans le délai requis. L'affectation donne un droit d'usage personnel pour une durée de 99 ans, la terre ne pouvant être vendue ou louée.

**La Nouvelle Politique Agricole (NPA)** a été mise en place en 1984 dans le cadre des programmes d'ajustement structurel. Elle poursuit, pour l'essentiel, une politique de libéralisation des marchés et de promotion du secteur privé.

La plupart des sociétés d'intervention est réformée ou dissoute, les subventions de l'Etat pour l'achat des intrants sont supprimées. Dans la région du fleuve, les interventions de la SAED sont réorientées par des "lettres de missions" successives. En 1986, la SAED se désengage de la fonction crédit et signe un protocole d'accord avec la CNCAS (Caisse Nationale de Crédit Agri-

cole du Sénégal). Elle se désengage au fur et à mesure de différentes fonctions qu'elle assurait en amont et en aval de la production, pour transférer ses responsabilités en direction des organisations paysannes (OP) ou d'éventuels privés. Le but formulé est de renforcer l'autonomie et la responsabilité des paysans qui assumeraient eux-mêmes de plus en plus de fonctions.

C'est dans ce cadre qu'a été créée la CNCAS et établie la loi portant sur la création des groupements d'intérêt économique (GIE), afin de favoriser le développement de l'initiative privée.

La première agence de la CNCAS est ouverte en 1985 à Dakar. Une antenne sera implantée à Saint-Louis en 1987, et à Ndioum en 1990. Les conditions d'accès au crédit sont les suivantes : reconnaissance d'un statut juridique (Section Villageoise Coopérative ou GIE), ouverture d'un compte à la CNCAS, avis favorable des services techniques compétents ou caution donnée par une institution crédible (ONG par exemple), apport personnel de 10%. Le taux d'intérêt est de 15,5% en 1991 (9% en 1988).

Le GIE, forme d'organisation souple sur le plan juridique, est définie par la loi 84-37, comme un groupement économique formé d'au moins deux personnes morales ou physiques réunies par une simple convention. Cette forme d'organisation souple sur le plan juridique, et sans obligation de versement d'un capital initial, doit permettre aux initiatives les plus modestes de s'organiser et d'accéder aux organismes de crédit. Les GIE se sont tout d'abord développés dans le Delta, où 2.171 GIE ont été recensés (Cellule après-barrage, 1991) en 1991. Dans le département de Podor, si le nombre de GIE reste inférieur à celui du delta, le nombre de créations augmente d'année en année (1987 : 10 ; 1988 : 164 ; 1989 : 63 ; 1990 : 336 ; 1991 : 499), avec un total actuel de plus de 1.000. Dans le département de Podor, la majorité des GIE intervient dans le domaine de la production agricole, et de nombreux autres groupements ont recours à ce statut afin d'avoir accès au crédit.

Avec la politique actuelle de promotion du secteur privé, les lois relatives à la gestion du terroir deviennent un élément important dans le développement des périmètres irrigués et donc des groupements de producteurs.

## DIVERSITÉ ET ÉVOLUTION DES GIE

### Présentation des aménagements

Le village de Donaye compte actuellement 22 aménagements (dont 5 ne sont plus mis en cultures), soit une superficie totale de 534 ha aménagés. (voir les cartes en annexe). Nous pouvons distinguer 3 phases dans la mise en place des aménagements, correspondant à des types différents : de 1979 à 1985, création de 6 Périmètres Irrigués Villageois (PIV), soit 108 ha aménagés (dont 60 ha sont actuellement abandonnés) ; de 1985-86 à 1988, création de 4 Périmètres intermédiaires (IT), sur 200 ha. Depuis 1990, création de 12 péri-

mètres privés (à l'exception du premier aménagement privé créé en 1985), représentant une superficie totale de 206 ha. En 1990, un aménagement de 20 ha a été attribué aux "refoulés<sup>2</sup>" de Donaye.

### Les Périmètres Irrigués Villageois (PIV)

Les PIV se sont développés dans la Vallée à partir de la fin des années 1970. Ce sont des aménagements sommaires, au coût de construction peu élevé. Généralement d'initiative villageoise, ces aménagements sont réalisés et financés par la SAED, avec la participation de la main d'oeuvre villageoise, notamment pour le défrichage. Le village de Donaye, compte 6 PIV, créés entre 1979 et 1986. A Donaye 1, le défrichage a été fait manuellement par les paysans, et la SAED a financé l'aménagement et le GMP. Les ressortissants de Dakar ont financé le GMP de Donaye 2 (6 millions). Pour Donaye 3, 4 et 5, les villageois ont construit le bassin de dissipation, la SAED a creusé les canaux et délimité les terrains ; les GMP ont été financés par la coopération Italienne. Donaye 6 a été financé par la SAED.

Les aménagements sont réalisés sur des terres cédées à la communauté villageoise par les *joom leydi*<sup>3</sup> ; pour les deux premiers PIV, des villageois ont accepté de donner leurs terres de *waalo*, qui de toute manière n'étaient plus cultivées. Par la suite, le village a décidé que toutes les terres de *waalo* seraient données à la coopérative. La superficie moyenne des PIV est d'environ 20 ha (Tableau 2).

Nom PIV	surface aménagée	date création	Nombre d'attrib.	surf.moyenne/ attrib.(ha)	observations
Donaye 1	18 ha	1979	149	0.12	en culture
Donaye 2	41 ha	1981	330	0.12	transf. en IT3 en 87
Donaye 3	20 ha	1982	127	0.16	arrêté depuis 1987
Donaye 4	20 ha	1982	127	0.16	arrêté depuis 1987
Donaye 5	20 ha	1982	127	0.16	arrêté depuis 1987
Donaye 6	30 ha	1986	210	0.14	en culture

Tableau 2 : présentation des PIV

Si dans la logique du PIV, chaque *fooyre* du village a droit à une parcelle, il existe néanmoins des conditions différentes pour être attributaire (Tableau 3).

2 Personnes expulsées de Mauritanie à la suite du conflit sénégal-mauritanien de 1989

3 Le *joom leydi* est le maître de la terre: il a un droit éminent différent de celui de *joom ngesa* (maître du champ) qui est, lui, maître de la culture (droit effectif de mise en valeur).

Nom PIV	Condition d'adhésion
Donaye 1	être présent à l'Assemblée Générale + 1000 FCFA/pers.
Donaye 2	être originaire de Donaye, résidant ou non au village + cotisation de 1000 FCFA.
Donaye 3	être originaire de Donaye et y résider en permanence + cotisation de 25 000 FCFA
Donaye 4	idem
Donaye 5	idem
Donaye 6	résider à Donaye ou dans la zone

Tableau 3 : condition d'attribution

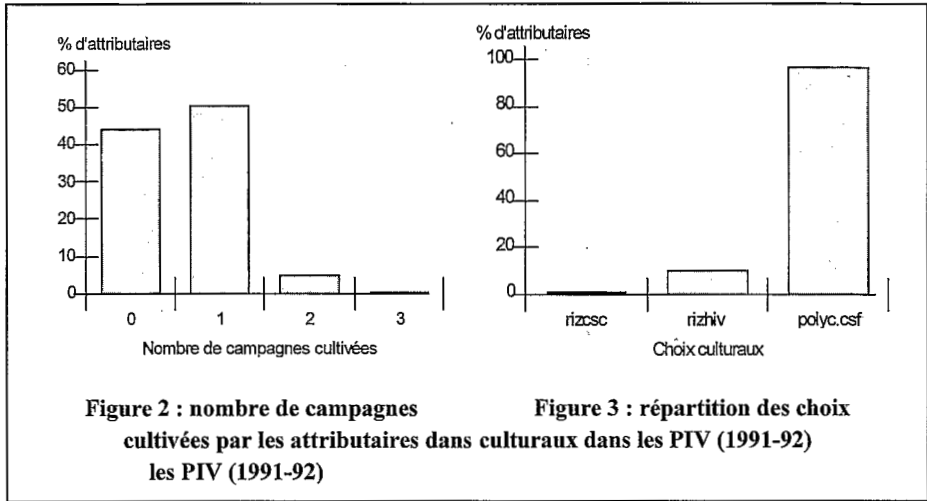
Pour Donaye 2, l'accès à la terre pour les non-résidents, peut s'expliquer par le fait que ce sont les ressortissants de Donaye, résidant à Dakar, qui ont financé le Groupe Moto-Pompe (GMP). On imagine facilement que cela peut poser des problèmes, notamment pour les travaux collectifs, puisque de nombreux adhérents ne résidaient pas à Donaye. Il aurait été intéressant de voir le fonctionnement de ce PIV (comment sont gérées et exploitées les parcelles des personnes absentes), mais celui-ci a été transformé en Périmètre intermédiaire (IT3) en 1987. La raison évoquée pour l'abandon de ce PIV a été le nombre trop important d'absents pour les travaux d'entretiens collectifs. Pour les PIV 3, 4 et 5, les non-résidents ont été exclus, afin de parer aux problèmes rencontrés dans Donaye 2. Normalement, une parcelle est attribuée par *galle* ; mais si il y a plusieurs *joom fooyre* (chef de ménage) dans un même *galle*, on donne plusieurs parcelles. Il est intéressant de noter l'évolution des critères d'adhésion ou d'exclusion, construits autour de deux paramètres combinés différemment : originaire/non originaire ; résident/non-résident, faisant référence dans un cas à l'appartenance au village, donc au droit potentiel sur la terre de la communauté d'appartenance, et dans l'autre cas, à la présence effective de l'attributaire.

Actuellement, 4 des PIV ne fonctionnent plus ; Donaye 3, 4 et 5 sont abandonnés depuis 1987, les canaux ayant été mal faits et mal entretenus, ou se trouvant parfois éloignés de la source (cas de Donaye 4), ce qui entraînait une forte consommation d'eau. Ces aménagements sont donc en attente de réhabilitation.

L'exploitation des parcelles dans les PIV se caractérise par une faible mise en valeur, et une spécialisation dans la production de la tomate et de l'oignon ("polyculture") en contre saison froide (graphiques 2 et 3) : pour les années 1991 et 1992, 44% des attributaires de l'échantillon observé n'ont pas cultivé leur parcelle, 50% des attributaires n'ont fait qu'une seule campagne et 5%, deux campagnes. Parmi les attributaires ayant exploité leur parcelle, 97% ont fait de la polyculture en contre saison froide pour l'ensemble des années 1991 et 1992. Le mode de faire valoir indirect est très marginal, puisque dans 95% des cas, l'attributaire exploite lui-même sa parcelle ; seulement 3 cas de *luBal* (prêt de terres sans contrepartie) nous ont été signalés ; pour le reste, ce sont



généralement les fils qui exploitent. 96% des attributaires sont des *joom fooyre*.



### Les Périmètres Intermédiaires (IT)

Les IT sont des aménagements intermédiaires réalisés dans le cadre de la coopération italienne et du programme de l'OMVS. Les aménagements intermédiaires sont un compromis entre les grands aménagements (surtout développés dans le delta) et les PIV. Ils doivent assurer, à la fois, une production vivrière suffisante et un surplus commercialisable. La société "Italimpianti" a fait une première expérience en 1983 à Donaye sur 60 hectares (Donaye 3, 4 et 5). Ils ont ensuite aménagé 200 ha à Donaye, puis 100 à Diatar, dans le village voisin, et 200 à Guédé. A Donaye, il y a donc 4 périmètres intermédiaires, de 50 ha chacun. Chacun des IT a un GMP, et l'irrigation se fait par un système de siphon à partir du canal principal, permettant une irrigation à la demande (pas de tour d'eau entre les parcelles, mais uniquement entre les secteurs).

Chacun des 50 ha a été réparti en 50 "parcelles" de 1 ha (chaque parcelle est en fait divisée en trois zones : riz, polyculture et pépinière). Pour avoir droit à une parcelle, il faut être *joom galle*, résident à Donaye, membre de la coopérative mère, c'est-à-dire payer la cotisation et accepter de se soumettre au règlement. Théoriquement, un *galle* (comptant un minimum de 5 personnes) ne peut bénéficier que d'une seule attribution de parcelle et sur un seul des IT, contrairement au PIV, où un seul *fooyre* peut avoir une parcelle sur chaque PIV. La répartition des parcelles a été faite par tirage au sort.

L'encadrement se faisait en collaboration avec la SAED ; les Italiens s'occupaient des machines, et évacuaient le riz à la SAED.

A leur départ, en 1988, les Italiens ont laissé à chacun des IT un fond de roulement de 6 millions en nature (gazole, engrais, intrants,...), un lot de matériel comprenant un GMP, un équipement de motoculture (un motoculteur, une moissonneuse, une batteuse), une décortiqueuse et un magasin. Actuellement, seuls les GMP et les décortiqueuses sont fonctionnels, le reste du matériel est hors d'état de marche faute de pièces détachées ; le magasin est lui aussi non utilisé, car jugé trop petit et éloigné du village. Depuis le départ des Italiens et le désengagement de la SAED, il n'y avait plus de mécanicien. En 1992, il a été recruté par les différents groupements du village, et loge dans le village.

La mise en valeur des IT est supérieure à la situation rencontrée dans les PIV, aussi bien du point de vue du nombre d'attributaires cultivant leur parcelle, que du nombre de campagnes cultivées. Pour l'ensemble des deux années 1991 et 1992, seulement 19% des attributaires n'ont pas exploité leur parcelle durant toute l'année ; plus de 60% des attributaires ont cultivé deux campagnes ou plus (Figure 4). Les choix culturaux faits par les attributaires sont plus hétérogènes que dans les PIV : pour l'ensemble des deux années, 80% des attributaires ayant cultivé ont fait du riz en hivernage, 75% du riz en contre saison sèche, et 47% de la polyculture en contre-saison froide (Figure 5). 97% des attributaires sont des *joom fooyre* ; dans les autres cas, ce sont les fils. Trois cas de *luBal* et un cas de *rem-peccen*<sup>4</sup> nous ont été signalés lors de nos enquêtes. Dans 94% des cas, l'exploitant est l'attributaire.

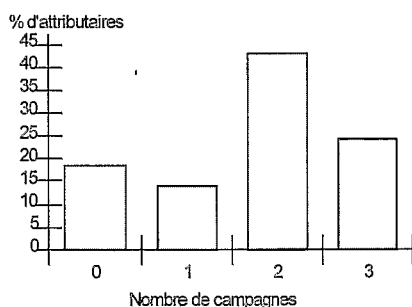


Figure 4 : nombre de campagnes cultivées par les attributaires dans les IT (1991-92)

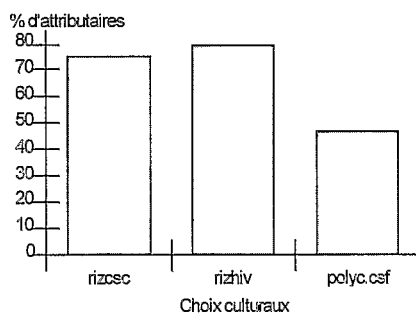


Figure 5 : répartition des choix culturaux dans les IT (1991-92)

### Les périmètres privés

Nous entendons par "aménagement privés", des aménagements conçus en dehors de toute structure administrative. Actuellement, il y a 12 aména-

4 Métayage, partage de la récolte en deux parties entre le propriétaire et le cultivateur effectif.

ments de ce type dans le village, et 6 autres sont en cours ; nos enquêtes n'ont pu porter pour l'instant que sur 9 aménagements.

Il s'agit le plus souvent d'individus détenteurs de droits fonciers traditionnels, qui aménagent eux mêmes leur propres terres en ayant ou non recours à des crédits. Ils font une demande d'affectation de leur propre terre auprès de la communauté rurale ; une commission vient délimiter le terrain en présence du chef du village et de notables. Une fois l'affectation de la terre obtenue, ainsi que l'inscription du GIE au registre de commerce, ils peuvent accéder au crédit.

Le premier aménagement de ce type date de 1985 (un marabout du village qui a bénéficié de dons auprès de la SAED). Les autres aménagements ont été créés depuis 1990, dans le contexte du développement de GIE permettant l'accès au crédit. La surface moyenne est de 19,43 ha, mais variant de 5 à 55 ha (Tableau 5). Le nombre moyen des membres est de 49, pouvant varier de 2 à 101 ; tous les membres du GIE ne sont pas forcément attributaires de parcelles. Le mode de répartition des parcelles est variable. Dans certains cas il y aura répartition égalitaire entre les membres, dans d'autres, la surface attribuée dépendra de la surface détenue.

Nom	Surf. aménagée	Date création	Nbre membres	Surf.moyen./attr*
Arzouka	5 ha	1990	18	0.25
Béké-Wéké	14,85 ha	1990	35	0.39
Diakmandé	22 ha	1991	40	0.4
Djokéré Edam	15 ha	1991	95	
Donaye 7	55 ha	1985	67	0.4
F. Oumar Younouss	6 ha	1992	37	
Gossé 1 (PAD Gossé)	30 ha	1991	101	0.3
Kolondel (Camara)	22 ha	1990	47	0.5
Le Havre St. Adresse	5 ha	1991	2	

\* Note : la superficie moyenne par attributaire a été calculée à partir des superficies déclarées par les attributaires ; elle ne correspond donc pas forcément à la superficie totale de l'aménagement divisée par le nombre de membres, ces derniers n'étant pas tous attributaires de parcelles.

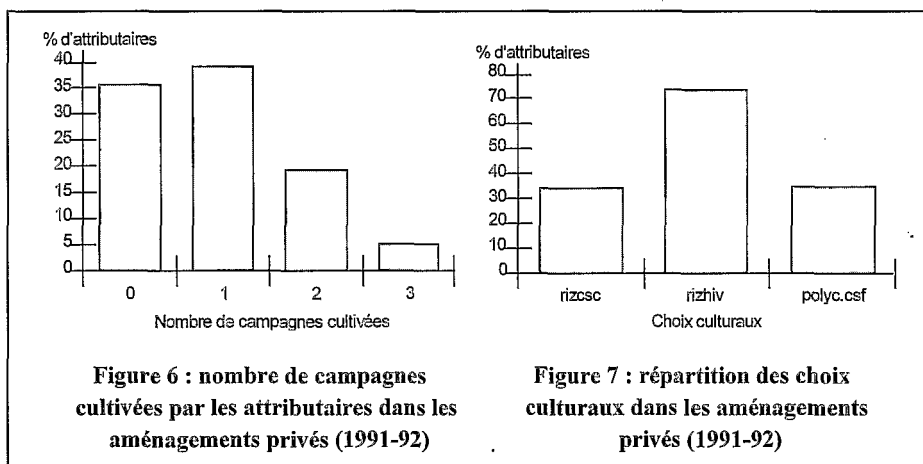
**Tableau 5 : présentation des périmètres "privés"**

Les sources de financement sont variables : 4 aménagements ont été financés par le FED-PME, 1 par la CNCAS, 1 par la SAED et 3 sur fonds propres ; pour ces derniers, les ressources ne viennent pas de revenus agricoles, mais soit des ressortissants se trouvant à Dakar ou à l'étranger, soit d'anciens ressortissants dakarois revenus au village qui ont investi dans l'agriculture.

Pour les frais de campagne, les groupements ont parfois recours à des prêts sans intérêts auprès de privés au sein du village.

Pour l'ensemble des deux années 1991 et 1992, la mise en valeur des parcelles par les attributaires est relativement faible, se rapprochant de celle des PIV (Figure 6). Ceci s'explique par le fait que certains GIE sont en phase de démarrage. Ainsi, pour l'année 1992, seulement 17% des attributaires n'ont pas cultivé, alors que 49% ont fait une campagne et 28% en ont fait deux. Du point de vu des choix culturaux, si nous ne pouvons pas réellement parler de spécialisation, la culture du riz d'hivernage domine, en représentant 74% des mises en culture, le riz de contre saison chaude et la polyculture représentant chacun 35% (Figure 7).

Dans 93% des cas, l'exploitant est l'attributaire de la parcelle. 3 cas de *rempeccen* et 3 cas de *luBal* nous ont été signalés ; 93,9% des attributaires sont des *joom fooyre* ;



Sur l'ensemble de la superficie aménagée, les PIV représentent 20%, les IT 37% et les privés 39%.

Une première remarque est l'apparition au début des années 1990 des aménagements privés ; ces derniers occupent déjà une place importante et continuent de se développer.

Une seconde remarque est la mise en valeur partielle des parcelles : Les IT sont les aménagements les plus mis en valeur, alors que les PIV sont les moins mis en valeur (Figure A en annexe).

La troisième remarque est la spécialisation des PIV, dans la culture des oignons et des tomates (Figure B, en annexe). Si la polyculture (riz + tomates-oignons) est plus développée dans les IT et les aménagements privés, ceci peut s'expliquer en partie par le fait qu'il existe des zones réservées pour chaque

type de culture ; il est en effet difficile de faire succéder une campagne d'hivernage et une campagne de contre saison froide sur une même parcelle, le calendrier cultural se chevauchant.

Pour les trois types d'aménagements, l'attributaire est généralement le *joom fooyre* (96% des cas pour les PIV, 97% pour les IT, 94% pour les GIE), et l'exploitant est l'attributaire dans plus de 93% des cas. Si peu de cas de *luBal* ou de *rem-peccen* ont été mentionnés, ceci montre cependant que ce mode d'exploitation indirect existe toujours, et nous pouvons penser que leur nombre est ici sous estimé, les personnes interrogées étant souvent réticentes à exposer cette pratique contraire aux recommandations des sociétés d'encadrement.

### Les différents types de GIE

Le groupement de producteur (GP) regroupe les attributaires d'un même périmètre. Ainsi, à Donaye, à chaque périmètre correspond un GP. Avant le désengagement de la SAED, les GP bénéficiaient de crédit de campagne, par l'intermédiaire de la société d'encadrement. Après le désengagement, les GP n'ont plus accès au crédit, car ils n'ont pas de statut juridique. La loi 84-37 portant sur la création des GIE présente donc deux avantages essentiels : l'accès au crédit et l'accès aux terres irrigables. Depuis la Réforme administrative et territoriale entrée en vigueur dans la région du Fleuve en 1980, la gestion du terroir revient à la Communauté Rurale. Officiellement, la première condition d'affectation est que le bénéficiaire puisse mettre en valeur la terre lui-même ou avec l'aide de sa famille. Dans la vallée, la mise en valeur de la terre passe nécessairement par l'irrigation qui nécessite un investissement important. Ainsi, en se constituant en GIE, le groupement a accès au crédit et devient donc potentiellement capable de mettre en valeur la terre.

On comprend dès lors le développement rapide des GIE ; dans le village de Donaye, il existe actuellement 18 GIE (la section villageoise coopérative, 4 pour les IT, 11 GIE privés, le GIE des "refoulés", et un GIE de prestation de service).

#### Les GIE villageois

Nous avons d'une part la Section Villageoise Coopérative (SVC), qui gère l'ensemble des PIV, et d'autre part les GIE gérant les IT.

##### *La Section villageoise coopérative (SVC)*

A Donaye, la SVC gère l'ensemble des Périmètres Irrigués Villageois (PIV). L'ensemble des attributaires de chaque PIV forme un groupement de producteurs, rattaché et géré par la SVC, pour l'achat des intrants et la commercialisation. Les GP de chacun des PIV n'ont donc pas de statut juridique, mais sont membres de la SVC qui a le statut de GIE. La coopérative regroupe la quasi totalité du village, puisque 88% des *fooyre* en sont membres. La coopérative

est constituée pour 84% de *joom fooyre*, et 89% d'hommes ; le groupe statutaire ne semble pas être un critère discriminant d'appartenance.

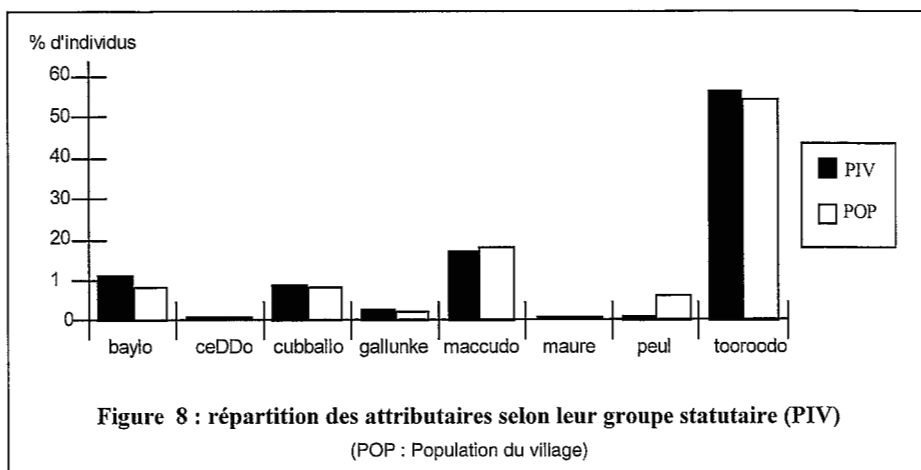
La SAED n'intervient pas dans la constitution des groupements ni dans la répartition des parcelles : ce type de groupement doit répondre à un regroupement par affinité sociale (pouvant être la classe d'âge ou le lignage par exemple). Néanmoins, l'attribution des parcelles doit se faire par tirage au sort, avec une répartition égale des superficies entre tous les attributaires, sans considération de caste. Ainsi, la superficie moyenne déclarée par les attributaires dans les PIV est de 0,18 ha, sans écart significatif selon la caste de l'attributaire (Tableau 6). La structuration par caste de l'ensemble des attributaires est globalement similaire à celle du village (Figure 8). La quasi absence des *Peul* dans les PIV s'explique par le fait qu'à Donaye, 9 *pooye* de *Peul* sur les 10 présents, sont des réfugiés de Mauritanie. Ils n'étaient donc pas présents lors de la création des PIV.

Group. statut.	DO1	DO4	DO5	DO6	Enble PIV
<i>Baylo</i>	0.11	0.31	0.26	0.11	0.18
<i>CeDDo</i>	0.12	0.2	0.2	0.12	0.16
<i>Cubballo</i>	0.13	0.38	0.24	0.11	0.2
<i>Gallunke</i>	0.11	0.4	0.21	0.1	0.17
<i>Maccudo</i>	0.13	0.35	0.21	0.11	0.18
Maure	0	0	0.2	0.12	0.16
Peul	0.1	0	0	0.12	0.12
<i>Tooroodo</i>	0.12	0.33	0.24	0.11	0.18
Moyen.enble	0.12	0.34	0.23	0.11	<b>0.18</b>

**Tableau 6 : superficie moyenne (en ha) détenue par les attributaires selon leur castes (PIV)**

Au sein de chaque Groupement, les attributaires sont regroupés en secteurs de 23 à 44 parcelles, avec des chefs de secteurs ; les tours d'eau pour l'irrigation sont organisés entre secteurs, et, dans chaque secteur, entre parcelles. En dehors des travaux collectifs concernant l'entretien et la réfection du périmètre, la gestion des travaux au sein de la parcelle relève de l'exploitant. Les travaux comprennent la réfection des diguettes, le nivellement de la parcelle, la mise en eau et toutes les opérations culturales allant du semis à la récolte. Les travaux sont effectués manuellement, à l'exception de la récolte du riz où on a parfois recours à une moissonneuse-batteuse. En plus de la main

d'oeuvre familiale, l'attributaire fait aussi appel à des *Peul*, des talibés, des journaliers, ou des ouvriers agricoles employés par la *fooyre*.



Jusqu'en 1987, la SAED préfinançait la campagne et fournissait le gazole, les produits phytosanitaires, les engrais. Depuis 1990, avec le désengagement de la SAED, la campagne est financée avec les cotisations des attributaires ; les semences viennent des paysans, les produits phytosanitaires et l'engrais sont achetés chez un commerçant (SEDAP à Podor). Rappelons que la culture de la tomate, principale spéculation des PIV, est une culture sous contrat, avec pré-financement de la campagne par l'industriel. La section villageoise est dirigée par un bureau de 6 membres : un président, un secrétaire, un trésorier, un responsable du crédit, un responsable commercial, et un suppléant. L'âge moyen des membres du bureau est de 47 ans ; il y a 3 *TooroodBe* et 2 *MaccuBe*. Le rôle du président (élu depuis 1983 après le décès du précédent) est central : il dirige les travaux communautaires d'entretien et de réfection des périmètres, effectue les démarches auprès de la SAED, se charge de l'achat des intrants et de la commercialisation. Le président est donc l'interlocuteur avec l'extérieur, et ses qualités personnelles sont déterminantes pour le fonctionnement du groupement.

#### *Les groupements des IT*

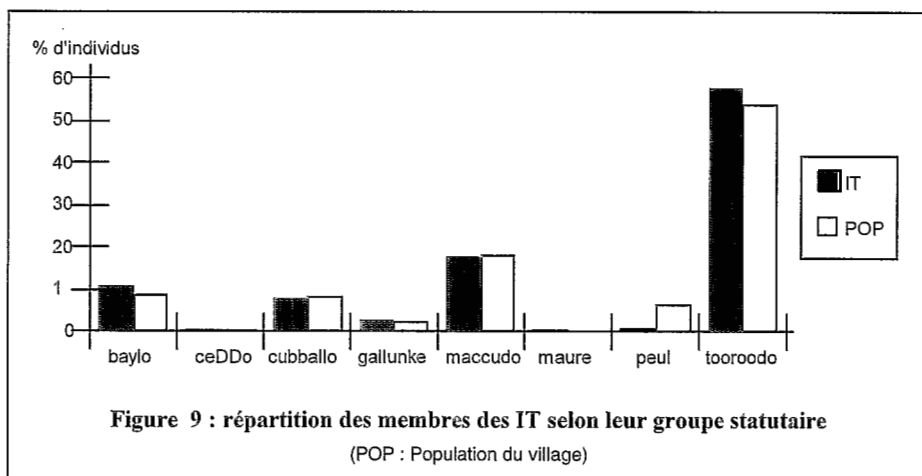
Les IT sont gérés par des groupements ayant le statut de GIE. Chaque IT est autonome, au niveau financier et organisationnel : chacun a son propre bureau et sa caisse. Il gère de façon autonome l'achat des intrants et la commercialisation. Ceci n'empêche pas, que chacun des IT s'organise avec la section villageoise, pour faciliter la commercialisation par exemple.

Chacun des groupements a été constitué à partir d'une liste d'individus choisis par les villageois selon des critères d'affinités ; un des critères de regroupement est l'appartenance au lignage : entre 34% et 50% des individus d'un

même lignage se retrouvent dans le même groupement. Une fois les listes constituées, les parcelles ont été tirées au sort. Comme pour les PIV, chaque attributaire à une superficie globalement équivalente, quelque soit la caste (Tableau 7), et la structure par caste du groupement est similaire à celle de la population (Figure 9)

Group. statut.	IT 1	IT 2	IT 3	IT 4	Enble IT
Baylo	0,95	1	1	1	0,97
CeDDo	0	0	1	0	1
Cubballo	1	0,96	0	1	0,98
Gallunke	0	1	1	1	1
Maccudo	1	1	1	1	1
Maure	0	1	0	0	1
Peul	1	0	0	1	1
Tooroodo	0,98	1	0,01	0,88	0,97
Moyen.enble	0,98	0,99	1,01	0,94	<b>0,98</b>

Tableau 7 : superficie moyenne détenue par les attributaires selon la caste



L'exploitation des parcelles est individuelle, mais l'entretien des canaux est collectif. Les italiens qui avaient financé la première campagne, ont laissé à leur départ un fond de roulement conséquent, qui jusqu'à présent a toujours été reconstitué, ce qui présente l'avantage de ne pas avoir recours au crédit. L'achat des intrants se fait à Podor auprès de commerçants privés, ou de



l'UJAK (Union des Jeunes Agriculteurs de Koyli Wirnde ; association intervillageoise regroupant 17 associations villageoises de développement de la communauté rurale de Guédé). A la récolte, le président récupère sur la vente du riz les frais de campagne de chacun, et reconstitue ainsi le fond de roulement. Certains frais tels le salaire du pompiste, le gazole, l'entretien du GMP et des canaux sont fixes ; par contre, les frais concernant l'engrais varient selon les attributaires, certains pouvant en commander auprès des IT, pour l'utiliser dans leurs aménagements privés. A chaque campagne, est aussi constitué un fond d'amortissement pour le GMP, mais le fond de roulement reste prioritaire.

La commercialisation se fait à Delta 2000 (la SAED a sous-traité l'achat du paddy à cette société privée) pour le riz, et sous forme de contrat avec la SOCAS, pour les tomates.

Chacun des groupements est géré par un bureau constitué d'un président, d'un trésorier, d'un magasinier, d'un technicien villageois et d'un peseur. L'âge moyen des membres du bureau est de 46 ans ; Pour l'ensemble des IT, 68% des membres du bureau sont *tooroodBe* ; 12% sont *subalBe*, 12% sont *maccuBe* et il y a un *gallunke*. Nous retrouvons au sein de la répartition des rôles la hiérarchie traditionnelle : les postes de décision sont détenus par les *TooroodBe*, à l'exception d'un président qui est *gallunke* ; les *SubalBe*, traditionnellement liés au fleuve exercent la fonction de pompiste, et les *MaccuBe* ont des fonctions de peseur ou magasinier. Les membres du bureau sont choisis par l'Assemblée Générale, qui est en théorie l'organe de décision, le bureau ne faisant que proposer. Dans les faits, il semble que les propositions du bureau ne soient jamais discutées, et qu'il ait un fort pouvoir de décision.

### Les GIE non villageois

Sur les 13 GIE existant à Donaye, 9 seulement seront étudiés ici<sup>5</sup>

#### *Les processus de création*

Le premier aménagement privé est une exception : il a été créé à la fin de la phase des PIV, avant les IT et surtout avant le développement des GIE. Le groupement a pris le statut de GIE en 1990. L'accès à la terre et au financement n'est donc pas lié au statut de GIE. Toutefois, en tant que marabout, et ayant des relations avec des agents de la SAED, son président a bénéficié de l'aménagement et d'un GMP "offerts" par la SAED. C'est donc grâce au statut socio-religieux du président que cet aménagement a pu être réalisé.

Les autres GIE ont été créés dans les années 1990. Une ou plusieurs familles, ayant généralement des droits fonciers traditionnels, se constituent en GIE et

---

5 deux n'ont pas fait l'objet d'enquêtes; les 2 autres, le GIE des "refoulés", et le GIE de prestation de service, ne seront pas étudiés ici.

font une demande d'affectation de terre auprès de la Communauté Rurale. Une commission vient sur place délimiter le terrain en présence du chef du village et de notables. Après avoir obtenu l'affectation de la terre et être inscrit au Registre de Commerce, ils cherchent le financement.

Trois caractéristiques apparaissent : l'affectation des terres se fait sur la base de détentions traditionnelles ; les délais de création sont importants ; sur les terres affectées, les superficies aménagées sont faibles.

- Si, selon la loi, on affecte la terre à celui qui a la possibilité de la mettre en valeur, dans la pratique, il n'est pas toujours facile d'évaluer les capacités matérielles. Si le statut de GIE peut être une garantie sur les capacités de mise en valeur (avec possibilité d'accès au crédit), il ne constitue cependant pas une condition préalable nécessaire. Sur les neuf GIE ayant fait l'objet d'enquêtes à Donaye, un seul a eu le numéro de Registre de Commerce avant l'affectation de terre. Ainsi, ce n'est pas tant la capacité à mettre en valeur la terre, mais plutôt l'existence non contestable d'un droit traditionnel détenu par le demandeur, qui conditionne l'affectation de la terre (cas des 9 GIE observés).
- Le délai entre la date d'affectation de la terre et l'obtention du numéro du registre de commerce, est en moyenne de 4 ans (pour 2 GIE délai de 10 ans, pour 5 GIE, entre 1 et 5 ans).
- Les superficies attribuées varient de 5 à 100 ha, avec une moyenne de 31,5 ha, alors que les superficies aménagées varient de 5 à 55 ha avec une moyenne de 20 ha. En moyenne, 66% des superficies attribuées sont aménagées ; Sur les neuf GIE étudiés, trois périmètres ont été aménagés sur 100% des terres affectées, deux entre 75 et 85%, trois entre 40 et 55% et un aménagé à 10% seulement.

#### *Diversité des GIE Privés*

La notion de " GIE non villageois", ou "privés", recouvre un ensemble hétérogène, reflétant l'adaptation du terme, par les acteurs, à leurs objectifs et à leurs moyens. Nous en distinguerons trois types : le GIE familial, le GIE individuel et le GIE mixte.

**GIE familial :** une, ou le plus souvent, plusieurs familles, qui ont des terres contiguës se regroupent afin d'accéder au crédit, et mettre en valeur des terres qui leur ont été affectées. Le nombre de membres est en moyenne de 50 personnes, mais peut dépasser la centaine. Il est en fait difficile d'en connaître le nombre exact : nous avons, par exemple, rencontré un GIE où le nombre de membres déclarés au niveau du tribunal de commerce de Saint Louis est de 60 personnes ; le nombre de personnes inscrites sur la liste détenue au niveau du GIE est de 85 personnes, et en fin de compte, il n'y a que 20 personnes qui bénéficient de parcelles aménagées. En fait, il est probable qu'au départ, les 60 qui se sont regroupées étaient de même famille, ou de familles différentes,

mais ayant des terres voisines. D'autres membres ont ensuite pu venir revendiquer leur droit sur ces terres (cas de personnes revenues au village par exemple). Mais l'aménagement n'ayant pu pour des raisons financières être réalisé que sur une partie, seulement une minorité a pu en bénéficier. Cet exemple reflète la complexité de ces GIE. Si la majorité des membres ne peut bénéficier pour l'instant de l'aménagement, leur présence sur la liste est pour eux une garantie que leurs terres ne seront pas affectées à d'autres. Car, l'enjeu de ces GIE familiaux se situe à ce niveau - sécuriser son patrimoine foncier - expliquant le nombre important de membres dans ce type de GIE : chacune des familles du lignage a des droits sur ces terres.

**GIE individuel** : généralement, le nombre de personnes effectivement impliquées dans le GIE est faible, même si certains individus y sont associés par complaisance. Nous avons enquêté auprès de deux GIE de ce type, dont un à Donaye. L'un des fondateurs est fils unique, et n'a donc pas eu de problème de partage de terre, celle de son père lui revenant directement. Retourné au village après plusieurs années de travail à Dakar, il a pu s'autofinancer. L'autre a dû suspendre ses activités dernièrement ; il avait, dans un premier temps, eu l'affectation des terres avec l'approbation de sa famille, et financé l'aménagement sur des fonds propres, avec l'aide de son frère résidant en France. Mais, suite à des pressions diverses, les membres de la famille sont revenus sur leur décision, n'acceptant plus que la terre soit mise en valeur que par un seul de leurs membres. Cette forme de GIE, est peu répandue dans la zone, contrairement au delta où de nombreux privés individuels, extérieurs au village, peuvent investir dans ce domaine. Dans la moyenne vallée, la pression foncière étant plus forte, il s'agira plutôt de ressortissants du terroir.

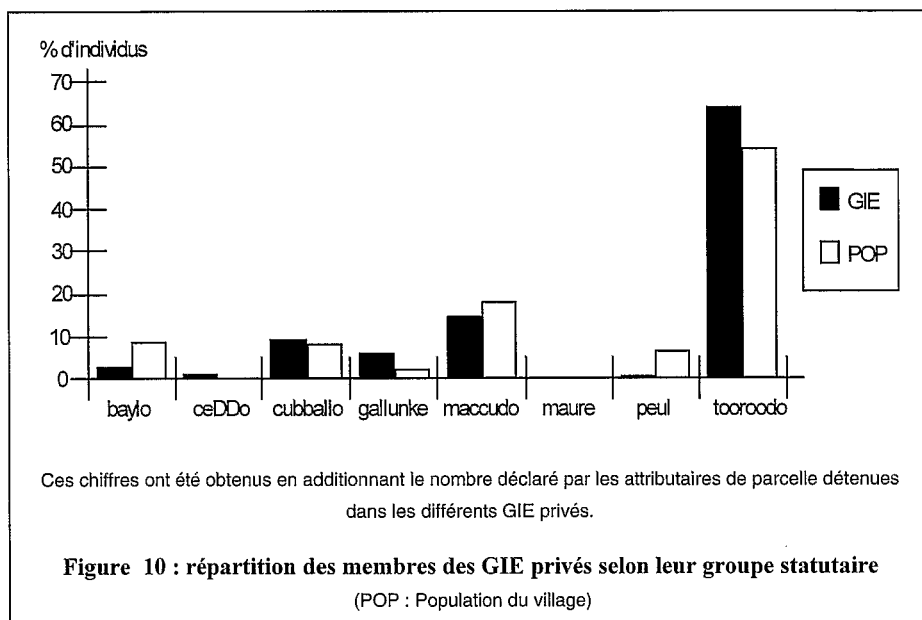
**GIE mixte** : il s'agit de GIE familiaux, qui ne peuvent fournir l'apport personnel nécessaire à l'octroi du crédit ; les groupements passent alors un contrat avec un "entrepreneur". Ce dernier cherche le financement pour l'aménagement et l'achat du GMP, et préfinance la campagne ; en échange, les paysans lui "prêtent" une partie de leurs terres, sur laquelle il emploiera des salariés agricoles. A la fin du contrat, qui est d'une durée de 5 à 6 ans généralement, l'entrepreneur se désengage et les paysans récupèrent leurs terres. L'avantage pour les paysans dans ce type de contrat, est que le risque est entièrement supporté par l'entrepreneur, qui n'est pas sûr de pouvoir rembourser son emprunt avant la fin du contrat. Mais, les termes du contrat paraissent parfois flous, notamment en ce qui concerne le sort du GMP à la fin du contrat. Il est en effet surprenant que les "entrepreneurs" restent évasifs sur cette question. D'autre part, une certaine ambiguïté règne quant au statut de la terre "prêtée" à l'entrepreneur, puisque dans certains cas, il y a eu des procédures de désaffectation et de réaffectation au bénéfice de l'entrepreneur, et plus ou moins à l'insu des paysans. Ce type de GIE est caractérisé par la rencontre de stratégies collectives (les familles) et de stratégies individuelles, dont les objectifs diffèrent : dans un cas, c'est la sécurisation foncière et

l'autosubsistance de la famille qui sont recherchées, dans l'autre, c'est la quête du profit, avec l'espoir de pouvoir se constituer un capital pour financer d'autres activités.

Derrière cette hétérogénéité faisant apparaître trois types de GIE privés, existent des caractéristiques distinguant ces GIE des GIE villageois :

- dans la majorité des cas, il s'agit de regroupements de familles plus que de regroupement d'individus. Sur les 9 GIE analysés, 6 sont composés de 1 à 3 familles et 3 composés de 6 à 8 familles ; le nombre moyen d'adhérents est de 49. La famille initiatrice du projet sera le plus souvent celle ayant des terres au bord du fleuve, qui peut y associer des voisins ayant des terres situées plus en arrière, et donc dépendant des premiers pour l'accès à l'eau. Ce regroupement de familles peut être lié à des problèmes fonciers, mais aussi financiers ; la somme nécessaire à l'apport personnel (10%), sera alors rassemblée grâce aux cotisations des membres ;
- une distinction est à noter entre adhérents et attributaires : être membre d'un groupement implique généralement qu'on ait des droits sur la terre. Ainsi, lorsque des terres familiales sont aménagées par un GIE, tout ayant droit sur cette terre sera porté sur la liste des membres. Cependant, nous avons vu que la proportion de surfaces aménagées reste faible ; donc, tous les membres n'ont pas nécessairement des terres ; néanmoins, s'il y a une extension, les membres non attributaires pourront avoir des parcelles. Ils sont en quelque sorte sur "liste d'attente".
- l'implication des "non résidents" est une distinction importante par rapport aux GIE villageois, où rares sont les membres ne résidant pas au village : nous avons relevé que 86% des adhérents résident au village, 7% dans des villages voisins, 6% en ville et 1% à l'étranger. Il s'agit ici "d'affaire de famille" ; en outre, les GIE financés sur fonds propres ont recours à une source de financement extérieure au village, par le biais de ressortissants du village résidant à Dakar, ou à l'étranger ;
- au sein des groupements villageois, la répartition des parcelles se fait par tirage au sort, et les superficies attribuées sont globalement identiques. Ici, les logiques de distribution des terres sont différentes selon les cas, pouvant relever soit d'une répartition égalitaire (Tableau 8), soit être fonction de la superficie apportée par chacun des attributaires, ou familles ; chaque famille cultive sur les portions de terres détenues. Le critère de caste n'est pas un élément discriminant pour être membre d'un GIE privé, puisque nous y retrouvons globalement une structure identique à celle du village (Figure 10). Par contre, la multi-appartenance à des GIE privés est plus marquée chez les *TooroodBe* et les

*SubalBe* détenteurs dominants des terres traditionnelles. Les *TooroodBe* et les *SubalBe* ont en moyenne une parcelle dans un GIE, alors que ce chiffre varie de 0,3 à 0,06 pour les autres castes (tableau 9) ; ou encore, 75% des parcelles de GIE sont détenues par les *TooroodBe* et les *SubalBe*, alors qu'ils ne représentent que 54% du village. La constitution de GIE privés apparaît donc comme un facteur de reproduction de la "propriété foncière".



Group. statut.	GIE12	GIE14	GIE16	GIE17	GIE20	GIE21	Enble GIE
Baylo	0	0.12	0.55	0	0	0.4	0.41
CeDDo	0	0.5	0	0.39	0	0	0.45
Cubballo	0.12	0	0	0	0.26	1.12	0.43
Gallunke	0	0.63	0	0.34	0	0.2	0.45
Maccudo	0.1	0.4	0.39	0.34	0	0.2	0.35
Peul	0	0	0.5	0	0	0	0.50
Toorodo	0.14	0.39	0.31	0.38	0.29	0.37	0.34
Moyen.enble	0.13	0.42	0.31	0.36	0.26	0.46	<b>0.36</b>

**Tableau 8 : superficie moyenne (ha) détenue par les attributaires selon leur caste (GIE privés)**

L'organisation interne de la production repose sur une exploitation individuelle des parcelles avec un recours aux travaux collectifs pour l'entretien de

l'aménagement. Généralement, l'attributaire exploite avec sa famille, et fait appel à de la main d'oeuvre extérieure pour les gros travaux.

Castes	GIE privés	PIV	IT
toorodo	1	2.4	0.8
Cubballo	1.3	3.4	1
Baylo	0.28	2.4	0.8
Maccudo	0.06	2	0.75
peul	0.1	0.1	0
autres castes	1.25	2.8	1

Note : Ces chiffres ont été obtenus en additionnant le nombre déclaré par les attributaires de parcelle détenues dans les différents GIE privés.

**Tableau 9 : nombre moyen de parcelles détenues par les attributaires selon les castes**

Le financement de la campagne varie selon les modalités de financement de GIE : crédit de campagne auprès du FED-PME ou de la CNCAS, cotisation des membres pour préfinancer (1 cas), ou encore préfinancement par le Président du GIE. En fin de campagne, chacun rembourse en fonction de sa superficie. Les intrants sont achetés collectivement, soit auprès de commerçants privés à Podor, soit auprès de l'UJAK. La commercialisation est collective, à Delta 2.000 pour le riz, ou à la SOCAS, pour les tomates.

Chaque GIE est équipé d'un GMP, suivi par un pompiste, membre ou non du groupement, payé en moyenne 15.000 FCFA/mois. Aucun des GIE privés ne possède de machine ; ils en louent auprès d'entrepreneurs à Richard-Toll, ou d'un prestataire de services dans le village.

La gestion du GIE est assurée par un bureau, dont le rôle essentiel est de préparer la campagne. Les bureaux sont constitués en moyenne de 7,5 membres, ces derniers ayant un âge moyen de 53 ans. Pour l'ensemble des bureaux des GIE privés, soixante postes ont été recensés, dont 47 sont détenus par des *TooroodBe*, soit 78%. Six postes sont détenus par 3 *GallunkoBe*, dont l'un appartient à 4 bureaux différents. 23% des postes n'ont pas de fonction attribuée ; les individus ont le titre de "membre du bureau", ce qui permet à chaque famille d'être représentée. Si la caste apparaît comme un critère de sélection, nous retrouvons aussi généralement dans les bureaux les membres fondateurs ou les propriétaires fonciers.

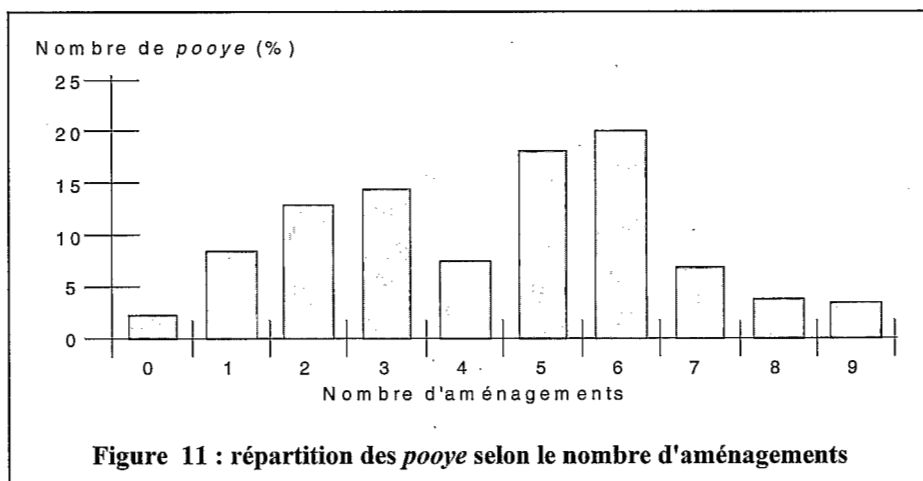
Nous avons distingué différents types de GIE selon leur caractère villageois ou privé et selon leur composition. En situant le statut de GIE comme élément constitutif ou non constitutif du groupement, nous pouvons faire apparaître

les différentes stratégies mises en oeuvre à travers les GIE. En effet, nous avons tout d'abord des groupements préexistants à la création du GIE : c'est le cas des groupements mis en place par des sociétés d'encadrement ou par des ONG, et qui se transforment en GIE lors du retrait de la structure d'encadrement (cas des SVC ou des IT) ; c'est le cas aussi de groupements privés, préexistants ou non à la création du GIE. Le statut de GIE permet à ces derniers d'être reconnus officiellement, pour des besoins autres que l'accès au crédit, qui peuvent être, par exemple, l'accès à l'exonération du matériel ou à des unions de GIE (cas des privés financés sur fonds propres). D'autres groupements naissent avec le statut de GIE, ce dernier permettant d'accéder au crédit et d'avoir accès à l'irrigation. Dans ce cas, il semble que le GIE soit souvent utilisé comme moyen d'officialiser les droits fonciers. L'enjeu foncier apparaît comme une des caractéristiques significatives des GIE non villageois, basé sur la reconnaissance d'un droit foncier traditionnel.

## LA PLACE DES GIE DANS L'ÉCONOMIE FAMILIALE ET VILLAGEOISE

### La multi-appartenance comme stratégie au niveau familial.

L'insertion des *pooye* dans plusieurs aménagements est très marquée à Donaye : 36% des *pooye* sont impliqués dans 2, 3 ou 4 aménagements différents et 46% dans 5 à 7 aménagements (Figure 11).



On peut poser comme première hypothèse, que l'insertion d'un même *fooyre* dans plusieurs aménagements est liée à sa taille. La figure 12 nous montre que cela n'est pas un facteur déterminant.

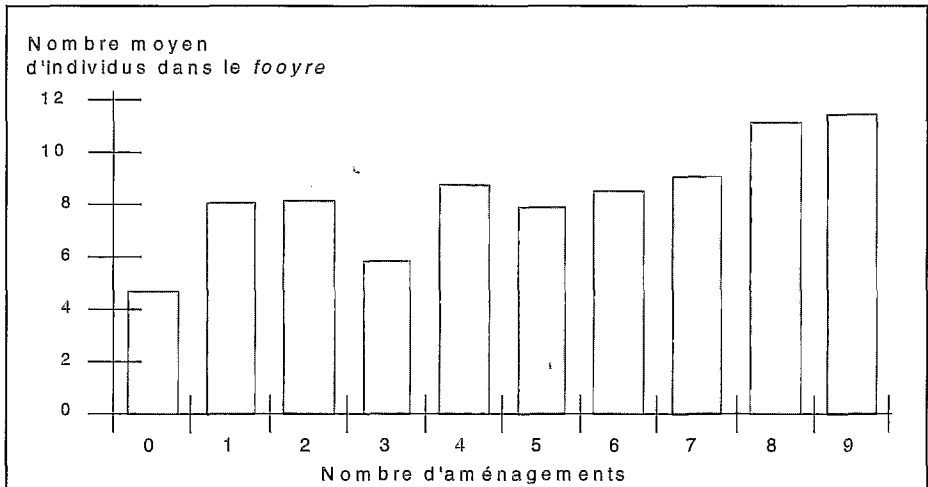


Figure 12 : taille moyenne du fooyre selon le nombre d'aménagements au sein desquels il est impliqué

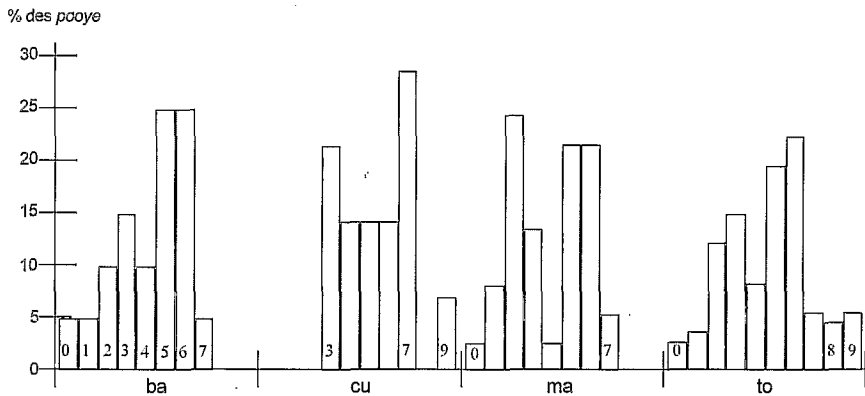


Figure 13 : profils des fooyre par caste, selon le nombre d'aménagements  
les chiffres renvoient au nombre d'aménagements

Par contre, l'étude selon la caste d'appartenance du fooyre fait apparaître des profils différents (Figure 13) : une sur-représentation des *TooroodBe* et des *SubalBe*, qui sont les seuls à avoir des parcelles dans 9 aménagements, les *TooroodBe* représentant 86%, et les *SubalBe* 14%

L'état d'avancement de l'exploitation des données ne nous permet pas d'étudier ici, de façon précise, la multi-appartenance par type de GIE. Cependant, à la lumière des résultats obtenus pour l'instant, nous pouvons faire l'hypothèse selon laquelle le degré de multi-appartenance le plus élevé (8 ou 9 GIE) serait déterminé par l'accès aux GIE privés : en effet, nous avons vu précédemment



Castes	Nbre moyen d'indiv./fooyre
BA	7.15
CE	7.00
CU	9.93
GA	8.40
MA	8.00
ME	4.00
PE	9.08
TO	8.16
Global	8.19

**Tableau 10 : taille du fooyre selon la caste d'appartenance**

que le nombre moyen de parcelle détenue dans les GIE privé est plus élevé pour les *pooye* de *TooroodBe* et *SubalBe* ; cet écart est nettement moins important pour les autres types de GIE (Tableau 9).

A quelle stratégie cela pourrait-il correspondre ?

La multi-appartenance n'apparaît pas comme un moyen de redistribution de la gestion de la production au sein du *fooyre* : l'étude du statut familial de l'attributaire, montre que dans la grande majorité des cas, c'est le *joom fooyre* qui est membre. Par contre, l'implication d'un *fooyre* dans plusieurs groupements peut représenter trois types d'avantages. En premier, elle peut être un moyen de gestion du risque : à l'heure actuelle, les productions

relevant du secteur irrigué sont soumises à un certain nombre de contraintes et d'incertitudes : les délais de paiement de la récolte, qui ne permettent pas aux producteurs d'utiliser les recettes d'une campagne pour financer la suivante. La rentabilité de la culture de la tomate est entravée par des pertes importantes lors de la récolte. Elles sont dues aux insuffisances du contrat entre le groupement de producteurs et la SOCAS (non respect des clauses, délai d'évacuation de la production par manque de caisses et de camions ; la saturation du marché, d'où une baisse des prix importante à certaine période de l'année). De plus, en ayant un nombre important de parcelles, le *fooyre* a la possibilité de répartir ses cultures dans des espaces différents. N'y aurait-il pas ici une réponse possible à des contraintes de calages de calendrier cultural, avec une spécialisation de certains périmètres<sup>6</sup> ? En second lieu, des pratiques observées nous montrent que l'insertion dans plusieurs groupements peut permettre une "circulation des avantages" : des membres des IT font une demande importante en engrais, afin de pouvoir en utiliser une partie sur leurs périmètres privés ; ils utilisent donc les avantages du groupement villageois pour avoir accès à certains intrants. Enfin, le groupement étant un lieu d'expression des relations sociales, des insertions multiples peuvent permettre une valorisation des statuts sociaux. La multi-appartenance peut aussi être la conséquence ou l'expression d'une sécurisation foncière : à Donaye, la logique dominante n'est donc pas la recherche d'une rentabilité maximale d'une terre (vu la faible mise en valeur des parcelles), mais plutôt l'accumulation foncière. Le fait que moins de la moitié des superficies attribuées aux GIE pri-

6 Ceci ne peut être observable pour l'instant, car le développement des GIE privés est trop récent pour qu'il puisse y avoir un effet dans ce sens.

vés du village soit actuellement aménagée, peut s'expliquer par un problème d'accès au crédit, mais aussi par la "course à la terre", qui est un des enjeux actuels de la vallée.

La multi-appartenance des *pooye* n'est pas sans incidence sur la gestion collective des périmètres : les groupements composés d'unités de production hétérogènes, rend plus complexe l'adéquation entre les intérêts collectifs et les intérêts individuels. Elle est un élément essentiel à prendre en compte dans les études sur la gestion des périmètres.

### Les impacts au niveau villageois

#### Les aménagements, facteur de retour au village ?

Le village est aujourd'hui constitué de deux espaces géographiques : l'ancien village, et le nouveau quartier Sintiane, où l'implantation de l'habitat a commencé en 1983, sur d'anciennes terres de *waalo*. On y compte actuellement plus de 70 maisons. L'extension de ce quartier, a été rapide en 1989, année durant laquelle une quarantaine de maisons ont été construites. Si le retour de "refoulés" de Mauritanie peut expliquer une part de cette extension, les conséquences indirectes de l'implantation des aménagements viennent s'y ajouter. D'une part, des ressortissants résidant ailleurs, sont revenus au village. Ces retours ont été motivés par la possibilité d'exploiter des parcelles dans les aménagements, qui se présente comme une alternative à l'aggravation de la situation économique à Dakar et à l'étranger. Le retour au village d'individus ayant acquis une expérience ou une formation à l'extérieur intervient comme un élément constitutif et dynamique des GIE. D'autre part, selon le chef du village, l'exploitation des parcelles dans les IT aurait permis à certains de construire leurs maisons dans le nouveau quartier. Nous pouvons aussi faire l'hypothèse selon laquelle, des *joom fooyre* ayant eu des parcelles, aurait eu ainsi accès à une relative autonomie économique, leur permettant de quitter la maison familiale et créer leur propre galle.

#### Vers une individualisation des unités familiales ?

Deux éléments viennent conforter cette assertion : d'une part, il y a dans la majorité des cas, superposition du *galle* et du *fooyre* ; d'autre part, les premiers résultats d'une enquête visant à l'élaboration d'une typologie des *pooye* du village, fait apparaître une tendance vers une nucléarisation des *pooye*, la majorité n'étant composée que d'un seul noyau familial. La culture irriguée tendrait-elle à être un facteur de fractionnement des *pooye* ?

#### Accès à la terre et au pouvoir : changements et/ou maintien des rapports traditionnels ?

Comme nous l'avons vu, l'accès à l'irrigation a été dans un premier temps relativement égalitaire au sein des aménagements villageois (PIV et IT). Mais, dans le nouveau contexte de développement des aménagements privés, la

logique de répartition de la terre connue dans les groupements villageois est remise en cause. Ceci apparaît dans la sur-représentation des détenteurs traditionnels de la terre au sein des aménagements privés. Plusieurs propriétaires fonciers, nous ont aussi expliqué que si les aménagements villageois devaient être faits maintenant, ils ne céderaient plus leurs terres, mais les mettraient en valeur eux-mêmes. Lorsqu'on demande l'objectif de la création de GIE privé, la logique de la sécurisation foncière est souvent mise en avant.

Il apparaît donc un phénomène de pression foncière, avec réapparition de l'accès inégalitaire à la terre, basé sur un droit foncier traditionnel. D'autre part, le maintien des pouvoirs traditionnels apparaît au niveau des sphères de décisions des groupements, et plus particulièrement au niveau des postes de responsabilité. Nous avons pu voir que les comités de gestion des périmètres, comptent parfois parmi leur membres des descendants d'anciens esclaves. Cependant, si cela leur permet d'entrer dans "l'arène politique", cela ne signifie pas qu'ils aient accès au pouvoir, ce dernier étant généralement détenu par les *RimBe*. On retrouve le plus souvent la hiérarchie traditionnelle : les *TooroodBe* sont aux postes de décision, les *SubalBe* sont des pompistes, les *MaccuBe* des peseurs ou des magasiniers. Cependant, si le statut social reste donc un critère dominant dans la répartition des rôles, on commence à voir apparaître une tendance à l'adéquation entre le niveau de compétence et la fonction : le trésorier devra avoir un niveau d'instruction minimum ; le président devra répondre à des garanties morales, et avoir des relations avec l'extérieur. L'importance accordée à ce dernier a été mise en évidence lors d'entretiens collectifs : le rôle de président des GIE villageois a souvent été jugé au même niveau que les pouvoirs traditionnels de chef de village et d'imam ; pour ce dernier, il a été reconnu que son importance est due plus au respect de sa fonction qu'à son apport réel au village. Le rôle du président est très important, notamment en tant qu'intermédiaire entre le GP et l'extérieur.

Mais en retour, cette responsabilité permet au président d'accroître sa position sociale. Il est d'ailleurs significatif qu'au sein du village le président de la coopérative ne sera que rarement nommé par son nom et plus souvent par sa fonction de "président". De manière plus générale, les groupements sont un lieu de valorisation ou d'amélioration de la position sociale : en cas de difficulté, on fera appel à tel individu qui a des relations bien placées, pour débloquer la situation, avec les fournisseurs par exemple, ou les prestataires de service. Cet impact sur le statut social sera accentué par l'effet d'accumulation de poste par une même personne. Ceci pose des problèmes d'efficacité, par la surcharge de travail, et pourrait être le signe de l'accaparement du pouvoir par certains.

Les groupements de producteurs, facteurs de développement social du village ?

P. Lavigne-Delville notait qu'il "n'existe pas le plus souvent de lien organique entre les groupements de producteurs à l'échelle des périmètres et les associa-

tions villageoises. De fait, les AVD sont plus orientées vers le "développement local" que vers la "production agricole" (Lavigne-Delville 1991 : 134). Si cela a été vrai, on peut se demander si actuellement, un processus d'articulation, voire de complémentarité, n'est pas en cours. A travers leur nouveau "pouvoir économique", les GP ne sont-ils pas en train de se mettre au service du développement social du village ? En effet, dans le contexte du désengagement de l'Etat, dans le domaine agricole, mais aussi dans celui de la santé et de l'enseignement, les Groupements de Producteurs deviennent une ressource financière potentielle. A Donaye, une partie de la caisse des groupements de producteurs peut-être, de façon occasionnelle, transformée en caisse villageoise pour financer des besoins exprimés par l'ensemble du village : la coopérative avait participé pour 125.000 F CFA à la construction d'un des trois puits du village ; les IT ont participé au financement d'une des classes de l'école, de la pharmacie villageoise, du dispensaire, et de la nouvelle mosquée. On le voit, les GP ne restent qu'un outil financier venant soutenir ponctuellement des actions, initiées par les AVD. Par contre, la complémentarité entre ces deux types de structure peut intervenir à différents niveaux : entre villages et entre le village et les intervenants extérieurs.

Le niveau de coopération des GP dépasse rarement le niveau villageois, et leurs relations avec l'extérieur demeurent spécialisées dans le domaine de la production : les prestataires de services, les institutions de crédit, la SAED. Par contre, les AVD, qui interviennent plus dans le domaine social, couvrent un champ de relations plus large avec l'extérieur, dont peuvent tirer bénéfice les GP : notamment avec des unions ou des fédérations dont elles sont membres, et à travers elles, avec des ONG et des bailleurs de fonds. Ainsi, à travers *Maaw* (l'AVD du village), les groupements de producteurs de Donaye ont pu bénéficier de séminaires de formation dans différents domaines. Ces AVD ont des sections dans les villes où résident des ressortissants ; ces derniers apportent non seulement un soutien financier à l'AVD, mais sont surtout un maillon important dans la relation avec l'extérieur, et particulièrement à Dakar, avec l'administration. Les AVD, jouant le rôle d'intermédiaire entre le village et l'extérieur pourraient être dans l'avenir un élément important dans la dynamique des groupements de producteurs ; à l'heure actuelle, ces AVD sont à la recherche de moyens, pour coordonner les aspects sociaux (leur domaine d'intervention d'origine) et les aspects économiques, plus particulièrement agricoles, en relation avec les groupements de producteurs. Des Unions d'AVD ou de GIE se mettent en place et se fédèrent. Leurs domaines d'intervention sont divers : formation, coordination, approvisionnement en intrants, prestations de services, commercialisation, démarches auprès des autorités administratives. Leurs objectifs sont généralement, d'une part, la prise en charge de secteurs délaissés par l'Etat, et d'autre part, la lutte pour une meilleure reconnaissance des organisations paysannes auprès des bailleurs de fonds.

Face aux défis que doivent relever les groupements de producteurs, certaines structures villageoises, telles les AVD, les unions ou les fédérations, pourraient à l'avenir présenter une alternative possible.

## CONCLUSION

L'analyse ci-dessus est basée sur l'étude d'un village hautement impliqué dans l'irrigation. Dès lors, la portée de notre propos se limite à un cas particulier qui ne peut prétendre pouvoir être généralisé dans tous ses aspects. Néanmoins, il met en évidence l'émergence d'un nouveau type de périmètre, (les "privés"), qui est un phénomène nouveau, d'une ampleur significative, et qui se présente comme la nouvelle forme du développement de l'irrigation dans la zone, avec pour principale conséquence la remise en cause de l'accès égalitaire à la terre.

Cet article met aussi en avant des traits spécifiques de la société *haalpulaar*, qui la différencie pour l'instant de la situation plus connue du delta : en tant qu'outil juridique de promotion d'entrepreneur et d'initiative individuelle, le GIE semble difficilement adapté à la société *haalpulaar*, où le poids de la famille, et surtout l'attachement à la terre ancestrale, sont des facteurs déterminants. Il n'en demeure pas moins un élément incontournable dans l'analyse des stratégies mises en oeuvre. Les différentes fonctions qui lui sont assignées varient selon les acteurs (groupement villageois, familial, individuel, ou "entrepreneur"), selon leurs moyens (patrimoine foncier ou financier) et leurs objectifs (sécurisation foncière, autoconsommation, profit, capitalisation, accès au crédit, à l'exonération ou à des unions). Cette interprétation du GIE par les acteurs est fortement liée au fait que les "privés" restent pour l'instant des ressortissants de la communauté rurale. Cependant, on est en droit de se demander jusqu'où ira la résistance des *Haalpulaaren* ? Le risque d'avoir une situation identique à celle du delta (accaparement des terres par l'agrobusiness), s'il n'est pas imminent, n'est cependant pas à écarter. Et ceci d'autant plus que se posera le problème de la viabilité de ces périmètres à moyen et long terme. Si la loi portant sur la création des GIE peut permettre aux groupements d'être reconnus officiellement et d'avoir accès à certains avantages, de nombreuses contraintes et difficultés externes pèsent sur les groupements de producteurs. Sur le plan financier d'abord, où, malgré des mesures draconiennes, la CNCAS (apport personnel de 10 à 20%, taux d'intérêt de 15,5%), n'est plus en mesure de répondre à la demande de nouveaux clients ; les prêts accordés sont sur le court terme, et entraînent des aménagements sommaires. Le problème de l'entretien et de la réhabilitation des périmètres, et notamment des PIV, est ensuite un facteur important de la pérennité des aménagements, et la cause de certains abandons.

En prônant une politique de promotion des organisations paysannes sans réelle mesure d'accompagnement, notamment au niveau des infrastructures de

commercialisation et de prestation de service, l'Etat fait reposer sur les OP des charges que lui même ne pouvait plus supporter, et qui risquent de peser fort sur l'existence de ces OP.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

□ Ba. T., Baba G., 1987. "Etude comparative de deux types d'aménagements hydro-agricoles à Donaye", *Projet Gestion de l'eau, document de travail n°11*.

□ Lavigne-Delville, P., Migration et structure associative, in Crousse B., Mathieu P., Seck S.M, *La vallée du fleuve Sénégal. évaluations et perspectives d'une décennie d'aménagement*. Karthala. 1991, pp.117-139

□ Minvielle. Jean-Paul, 1985. Paysans migrants du Fouta Toro, La Vallée du Sénégal, éd. de l'ORSTOM, col. *Travaux et Documents*, n°191, 282 p.

□ Schmitz, Jean. 1986, "Agriculture de décrue, unités territoriales et irrigation dans la vallée du Sénégal", *Cahiers de la Recherche Développement*, n°12. déc. 1986, pp.65-77

□ Wane Y., 1969, Les Toucouleurs du Fouta Toro, stratification sociale et structure familiale, *IFAN XXV*

□ □ □

... / ...

ANNEXES

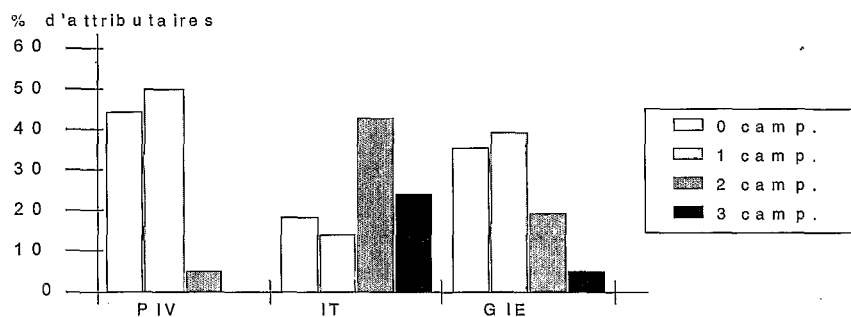


Figure A : comparaison des trois types d'aménagements selon le nombre de campagnes cultivées par les attributaires (1991-1992)

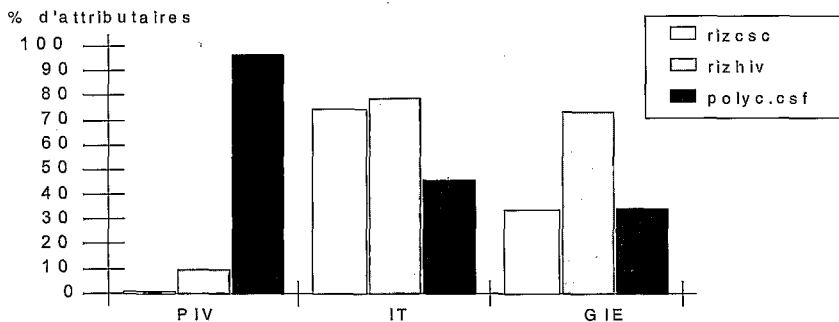


Figure B : comparaison des trois types d'aménagements selon les choix cultureux des attributaires (1991-1992)

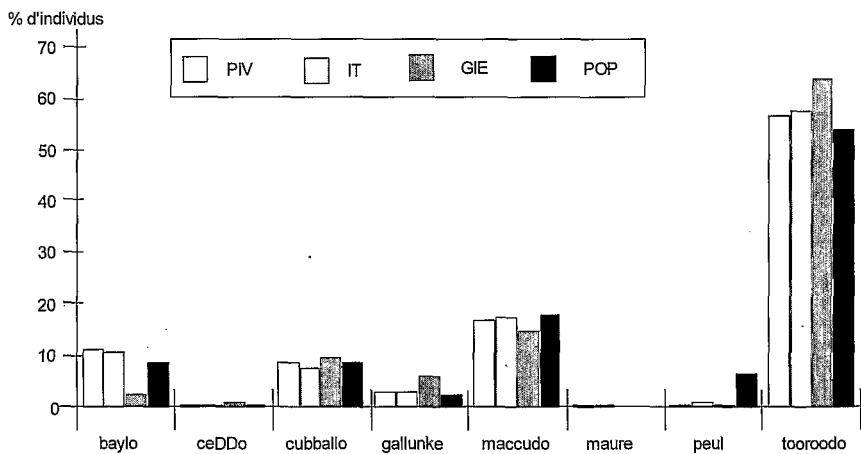
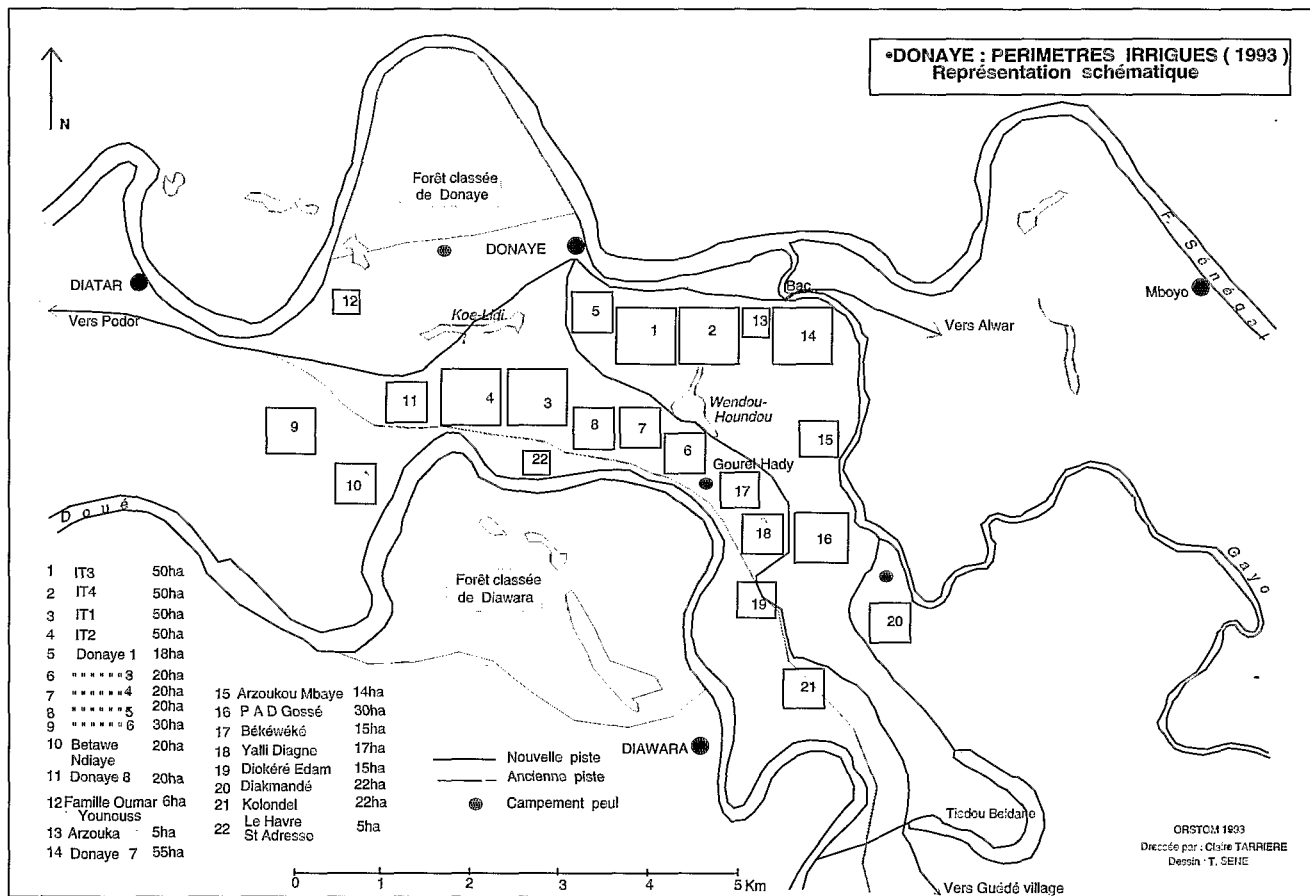
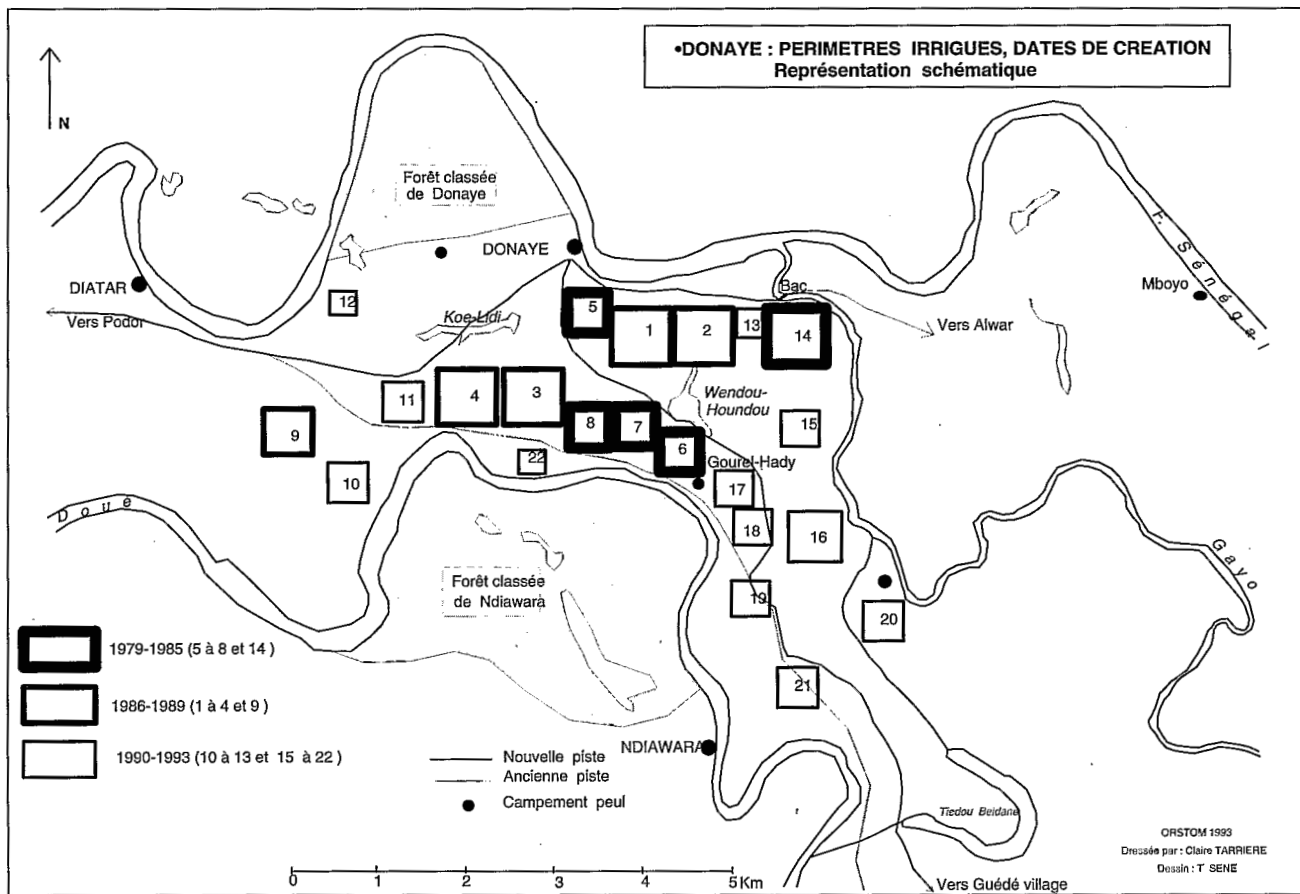
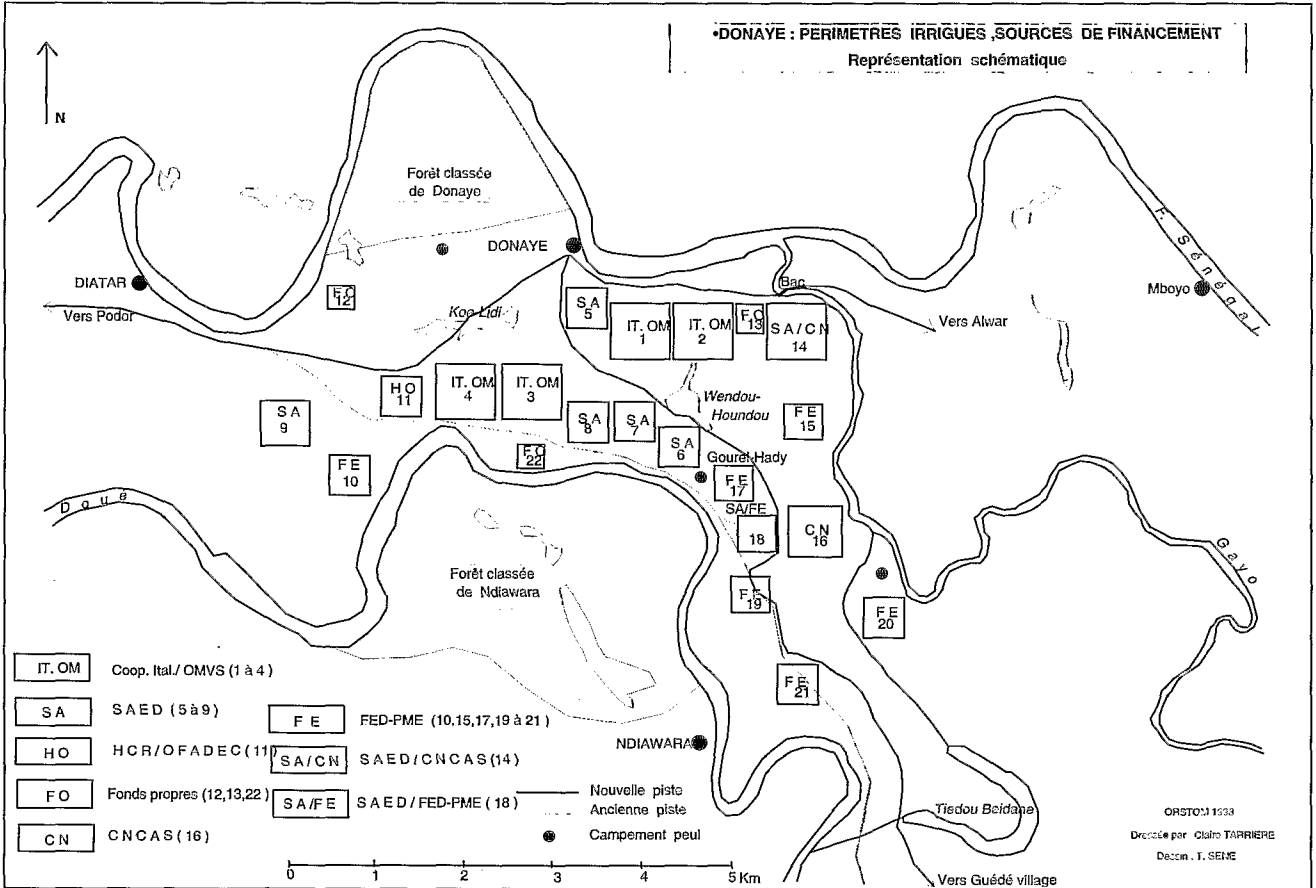


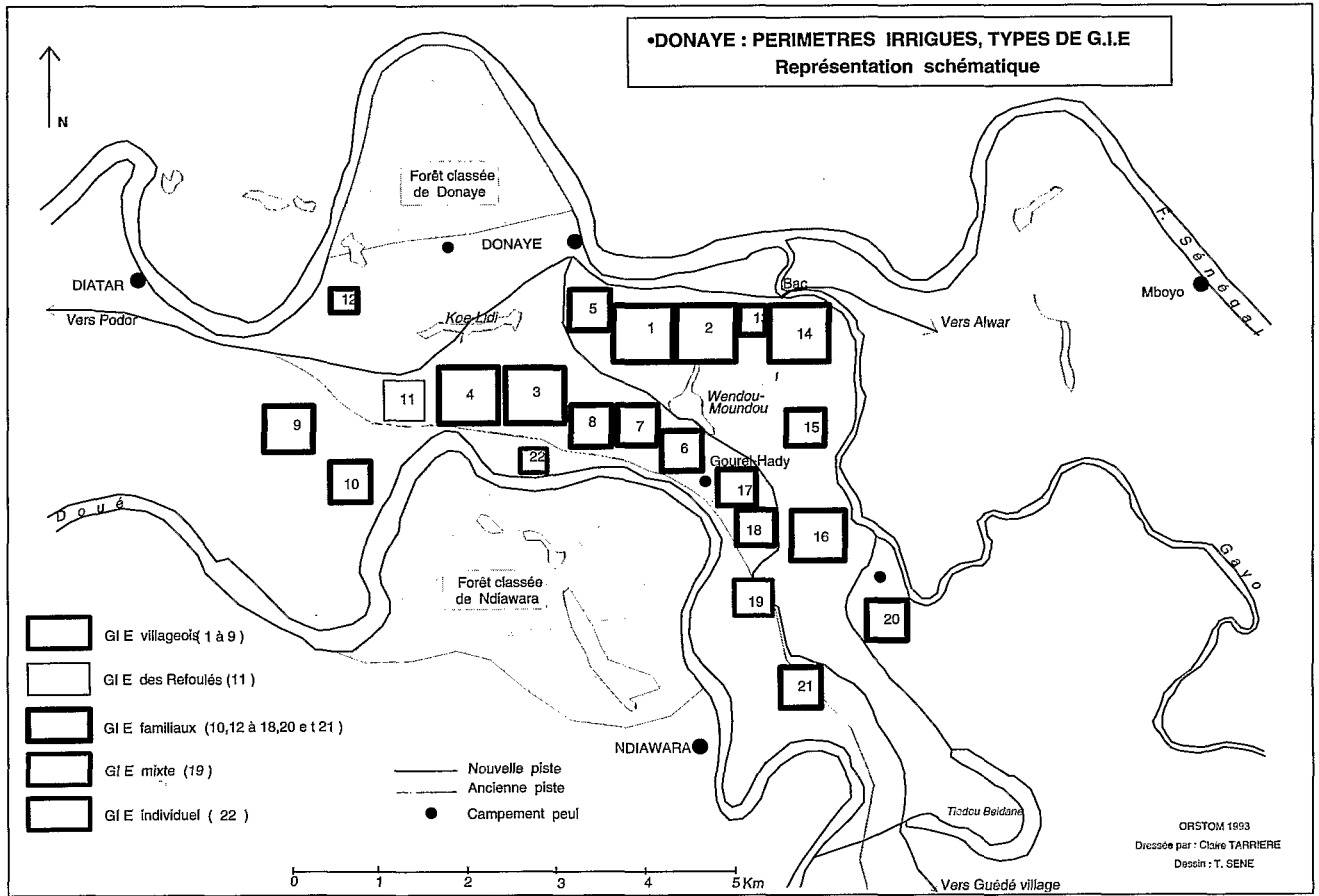
Figure C : répartition de la structure par caste de la population et des groupements













# Des pasteurs sur les périmètres

□ □ □

C. Santoir

Géographe, ORSTOM BP. 1386, Dakar

Au milieu des années 1970, un grand périmètre endigué, destiné à la culture irriguée, est aménagé dans le lit majeur du fleuve Sénégal (*waalo*), au sud de Podor près de Nianga. Une digue vient enclore 10.000 ha de terres de décrue, cultivées par les paysans *haalpulaaren* et wolof, mais aussi par des agropasteurs Peul qui constituent la majorité des exploitants. Ces derniers se mettent assez rapidement à la culture irriguée, d'autant mieux que les sécheresses de 1972 et 1977 ont décimé les troupeaux et réduit les possibilités de culture sous pluie. Depuis, la culture irriguée n'a cessé de se développer, non seulement à l'intérieur du grand périmètre de Nianga-Podor, géré par la SAED, mais aussi à l'extérieur, sous la forme de petits périmètres irrigués installés et contrôlés par des villages (Périmètre Irrigué Villageois) ou des ONG. Treize ans plus tard, la culture irriguée est devenue une réalité intangible, moins par ses succès que par sa nécessité, devant la persistance de périodes de sécheresse. Les Peul, qui représentent toujours la fraction pastorale de la population, se sont maintenus sur le grand périmètre, et sont présents dans les autres aménagements. Bien qu'il soit difficile de préciser leurs effectifs réels, car ils sont dispersés dans plusieurs groupements et coopératives, ils ne forment qu'une minorité. En 1991-1992, date de notre enquête, un quart des Peul des arrondissements de Tille-Boubakar et de Gamadji, pratiquait la culture irriguée. Les Peul sont encore marginaux (dans tous les sens du terme) dans la culture irriguée, et ce, malgré une conjoncture favorable à la " dépastoralisation".

Le but de cet article est de faire un bilan de la situation des Peul dans les périmètres de la région de Nianga, de déterminer l'influence de l'irrigation sur leur système d'activités. A l'aide de quelques indicateurs simples (population, cheptel, cultures pratiquées, activités extra-agricoles, migrations), on comparera les Peul pratiquant la culture irriguée aux Peul des mêmes groupes (*WodaaBe*, *UururBe*, *JaawBe*...) vivant essentiellement de l'élevage et d'activités non agricoles<sup>1</sup>. Il s'agit là d'une approche du problème de l'intégration des pasteurs, ou ex-pasteurs, peul dans les périmètres irrigués.

---

1 Les données présentées ici sont issues d'une enquête menée en 1991-1992 sur un échantillon de 369 ménages (*fooyre*) peuls des arrondissements de Tillé-Boubakar et de Gamadji, qui représentent 10% environ de la population peul totale..

## DE L'AGRO-PASTEUR AU "PRODUCTEUR"

### Un système d'exploitation en crise

La sécheresse de 1972-1973 a accéléré la réalisation de projets de développement restés en suspens, d'autant qu'elle touchait les agriculteurs comme les agro-pasteurs. Cependant les projets étaient surtout destinés aux sédentaires. Les Peul avaient pourtant une activité agricole développée ; la majorité (80% dans l'arrondissement de Tille-Boubakar, 62% dans celui de Ndioum) était des Peul du *waalo*, des *MbaalwaalBe*, qui pratiquaient en plus des cultures sous pluie, la culture de décrue en saison sèche. A Tille-Boubakar, les Peul constituaient 42% des cultivateurs du *waalo*, et 24% à Ndioum seulement (Lericollais, Diallo 1980). La zone située entre le Doué et le Fleuve (île à Morphil), entre les marigots de Ngalanka et du Doué, est contrôlée en grande partie par les Peul ; il s'agit là d'une des plus grandes et plus anciennes propriétés foncières peul de la vallée, fait remarquable qui ne se reproduit pas ailleurs. C'est justement dans un ensemble de cuvettes, à proximité de Podor, que le "grand périmètre" de Nianga est installé à cheval sur les deux arrondissements de Tille-Boubakar et de Ndioum<sup>2</sup>. Dans l'espace endigué, la présence Peul est très forte ; les cultivateurs constituent plus de la moitié des exploitants devant les Wolof et les *Haalpulaaren* (Santoir 1983). Ils appartiennent surtout au grand groupe *UururBe*, (fractions *Ngendar*, *SoovonaaBe-BotoI*), secondairement aux *WodaaBe* (fractions Dékolé Taredji, *TaasarnaaBe*). Le périmètre englobe également des terres exploitées par quatre gros villages (Niandane, Guia, Ouro Madiou et Ndiawara).

Les Peul détiennent la majorité du cheptel et mènent, malgré leurs activités agricoles, un genre de vie typiquement pastoral, basé sur l'exploitation extensive d'un cheptel diversifié. Ils ne sont cependant pas les seuls possesseurs de bétail. En plus des fonctionnaires et autres commerçants, les villageois *haalpulaaren* et wolof, possèdent également des bovins et des petits ruminants, mais en quantité bien moindre<sup>3</sup>. Depuis les pertes enregistrées lors des périodes successives de sécheresse, l'investissement dans le bétail a moins de succès ; seul, l'élevage ovin se maintient bien chez les sédentaires.

L'entretien du cheptel peul n'était possible qu'en utilisant les pâturages naturels du *jeeri*<sup>4</sup> en hivernage, du *waalo* en saison sèche. Cette exploitation impliquait pour les troupeaux une mobilité de moyenne envergure (guère plus de 50 km, 80 au maximum). La mobilité pastorale allait de pair avec celle des gens, nécessitée par la mise en culture d'un double terroir.

---

2 Appelé désormais : Gamadji.

3 En 1992, ils détenaient cinq fois moins de bovins que les Peul

4 Zone qui s'étend vers le sud, jusqu'à une distance de 80 km environ, à l'intérieur du massif dunaire bordant la vallée

Les cultures du *waalo* commençaient avec la décrue, soit, dans le secteur considéré, entre octobre et novembre. Elles étaient parfaitement adaptées à l'élevage. Avant la récolte, il restait beaucoup d'espace libre sur les levées (*pode*), autour des mares, des *kolaaDe*, vastes ensembles de parcelles conjointes entourées d'un enclos d'épineux. Des chemins à bétail larges, entourés de clôtures, menaient aux points d'eau dégagés de toute cultures. En février-mars, les champs récoltés étaient ouverts aux animaux après décision commune. Ils recelaient beaucoup de sous-produits de qualité : cannes de mil, de maïs, fanes de *niébé*. Le bétail séjournait trois mois environ dans la vallée, en attendant les pluies, et contribuait ainsi à fertiliser les terres.

Ce système agro-pastoral, bien au point, fut "dérégulé" par la baisse simultanée et durable de la pluviométrie et de la crue, et plus encore, par l'installation de vastes périmètres irrigués au milieu des cuvettes. En 1981, près de la moitié des Peul de la zone ont abandonné la culture de décrue (Barral 1982), et seules 22% des familles mènent encore leur troupeau transhumer dans la vallée. Pour beaucoup de familles peul, le périmètre irrigué apparaissait comme un mal nécessaire, et pour tout le monde, comme un saut dans l'inconnu.

### L'initiation à la culture irriguée

Le premier casier-pilote, d'une superficie de 650 ha, est mis en service en 1975. Les surfaces irriguées progressent lentement : 900 ha en 1984, 1.200 ha en 1993. Les terres aménagées se situent sur les terroirs des villages de Niandane, Guia, Ouro Madiou, et n'empiètent pratiquement pas sur les terres exploitées autrefois par les Peul. Celles-ci restent inutilisées et inutilisables depuis 1975. Sur les 9.000 ha non aménagés, tous les arbres (notamment les *gonakié*) ont été coupés ; la végétation herbacée des basses levées ne se reconstitue pas du fait de la perturbation des crues provoquée par les digues. Seuls, les lits des anciens marigots, périodiquement remis en eau par le pompage ou les pluies, conservent une maigre végétation à base de *camtarle*<sup>5</sup>.

En 1978, 18% des Peul<sup>6</sup> pratiquaient la culture irriguée, principalement le riz et la tomate. Il s'agissait principalement des Peul qui exploitaient un champ inclus dans le périmètre endigué. On ne comptait aucun Peul du *jeeri* bien que certains se soient, pour la première fois, rapprochés de la vallée pour y cultiver, comme ces *UururBe* de Dounoubé partis chercher des terres à Keur-Mbaye, ou chez les Maures de Rkiz. Plus de la moitié des Peul cultivant dans les périmètres étaient propriétaires de leur terre. Cependant, des exploitants qui louaient habituellement leur champ ont eu accès au périmètre par l'intermédiaire de leur propriétaire. C'est le cas des anciens serviteurs (*maccuBe*)

5 *Borreria verticillata*.

6 Selon nos enquêtes effectuées en 1976-1978, dans l'arrondissement de Tillé-Boubakar, sur un échantillon de 186 familles peul.

qui étaient bien représentés parmi les nouveaux producteurs (25%, contre 15% dans la population peul).

En 1978, les Peul originaires des petits villages situés en bordure de la vallée, et à proximité des périmètres, fournissent les plus gros effectifs ; ces villages sont souvent constitués autour de chefferies peul. Ils reçoivent depuis 1972, de nombreuses familles démunies, venues du *jeeri* chercher aide et protection (Kadiogne 1978 : 137 habitants, 1986 : 621 ; Ngendar 1978 : 73 habitants, 1986 : 369).

Les ménages qui cultivent dans le grand périmètre sont légèrement plus importants que les autres, surtout du fait des actifs (4,5 contre 4,1), jeunes et adultes, plus nombreux. On peut y voir une influence directe de la culture irriguée, exigeante en main d'oeuvre, mais surtout du maintien d'activités "hors périmètres". Les cultures traditionnelles sont moins pratiquées, dans le *jeeri* (*béréf*, *niébé* à la place du petit mil), et surtout, dans le *waalo* ; 30% des ménages ont mis en culture leur *kolengal* en 1977-1978. Leur cheptel est peu important ; un tiers des familles a encore des bovins et les troupeaux, éprouvés par la sécheresse, sont plus petits (7 têtes contre 14 en moyenne). Ce bétail est moins exploité, les familles disposant d'autres revenus, issus de la culture irriguée, mais surtout, des migrations.

Les deux tiers des ménages ont au moins un migrant, contre 45% seulement des ménages hors périmètres. Chez ces derniers, les activités non agricoles exercées sur place, sont plus fréquentes. Cependant, la fabrication du charbon de bois, qui provient du défrichage du grand périmètre, est accaparée par les Peul concernés par la culture irriguée. Ce travail lucratif est même la première activité de certains Peul à la vocation agricole mal assurée.

Dans les campements, les Peul sont loin d'être tous favorables à la nouvelle culture irriguée qui n'intéresse qu'un petit tiers des chefs de famille, selon nos enquêtes. L'intérêt, souvent résigné, de ces derniers se fonde sur la difficulté grandissante à conserver un système de culture et d'élevage traditionnel, à moins de quitter la vallée. La baisse des effectifs du cheptel, le manque de pâturage, sont une incitation à entrer dans le périmètre. La faiblesse et l'irrégularité chronique des pluies et des crues, la recrudescence de prédateurs des cultures (rats, oiseaux, vers...), réduisent très fortement les récoltes, quand elles ont lieu. Le mil est devenu rare, et, dans le *jeeri*, l'on doit avoir recours, presque chaque année, à la cueillette (plus de gomme, mais les fruits du *Boscia*, du jujubier, du *Balanites*), soit pour compléter la diète en saison sèche, soit pour obtenir de l'argent. Enfin, il faut ajouter, chez ces Peul *waalo* très attachés à la vallée, le souci de ne pas abandonner leurs terres au profit des villages *haalpulaaren* et wolof.

Chez les autres, les réticences et les craintes l'emportent sur l'adhésion. 38 % des Peul sont franchement hostiles à la culture irriguée et déclarent préférer l'élevage et la culture traditionnelle, habiter dans le *jeeri*, voire, s'il faut



trouver de l'argent, migrer ou faire du charbon. Ce sont généralement les plus gros éleveurs. Certains invoquent les difficultés connues de la culture irriguée (problèmes financiers, choix du riz comme culture principale, récoltes trop espacées, rendements trop faibles...). Les autres, les plus nombreux, justifient leur expectative ou leur décision de ne pas participer à cette culture, par des contraintes diverses, au premier rang desquelles figure le problème de l'insuffisance de la main d'oeuvre. Les familles peul sont en effet peu nombreuses, comme toutes les familles pastorales ; elles craignent de ne pouvoir effectuer tous les travaux nécessités par la nouvelle culture, et plus encore, de ne pouvoir mener de front, culture irriguée et élevage. Il y a également le problème soulevé par la nécessité d'éloigner le troupeau des zones irriguées, d'où des problèmes de distance entre habitat et cultures. L'expérience des premiers exploitants renforce ces craintes.

### Premières difficultés, premier bilan

Les paysans des périmètres sont organisés en groupements de producteurs, regroupés par affinités. Chaque groupement gère une "maille hydraulique" et fait partie d'une coopérative d'utilisation du matériel agricole (CUMA, puis SUMA).

En 1978, dans le grand périmètre de Nianga, les Peul forment 5 groupements de producteurs (sur 36) et sont présents dans deux autres groupements (WodaaBe 1 et Tiéolé) à majorité *haalpulaar*. Ils constituent 12% des exploitants derrière les *Haalpulaaren* (51%) et les Wolof (35%).

Les difficultés survenues lors des premières campagnes de culture de riz ou de tomates (campagnes espacées, défaut de paiement de la récolte, ou délais trop longs..) découragent certains qui abandonnent rapidement. D'autres alternent les campagnes avec des périodes d'abandon pendant lesquelles ils migrent, ou font du charbon, activité plus rentable. La rentabilité de la culture, c'est à dire la production, ou son revenu, mis en relation avec le travail effectué, revient souvent dans les plaintes ; les Peul trouvent les cultures de *waalo* plus productives par unité de temps<sup>7</sup>, et surtout beaucoup moins pénibles.

La création de périmètres près des points d'abreuvement et des pistes à bétail, dans les zones de pâturage de saison sèche, provoque une succession de conflits avec les paysans (dégâts des cultures) qui se concrétisent par la création de fourrières villageoises. Les Peul préfèrent généralement éviter les problèmes en se déplaçant vers des espaces plus libres qui n'existent que dans le *jeeri*. Il est impossible de faire voisiner de grosses concentrations d'animaux avec les périmètres irrigués non protégés. L'endiguement, la régularisation de la crue par les barrages à partir de 1985, empêchent la mise

---

7 Remarquons que ces assertions ont été en partie confirmées par des travaux récents dans la région de Matam (Nuttal 1989).

en eau des cuvettes situées en dehors des périmètres. De larges surfaces de pâturages, utilisées en saison sèche, sont ainsi stérilisées.

En retour, l'élevage extensif a des effets négatifs sur la pratique de la culture irriguée. La mobilité des troupeaux s'accommode mal de la nécessaire sédentarité des exploitants (surtout quand il y a deux cultures par an), d'où l'absentéisme saisonnier des Peul (transhumances pendant les travaux agricoles). L'entretien quotidien du cheptel (traite, conduite vers les pâturages, abreuvement) interfère avec les pratiques culturelles. L'incompatibilité des calendriers pastoraux et agricoles oblige à scinder la force de travail, déjà faible, entre élevage et cultures. Les mauvais rendements, dus le plus souvent à un travail insuffisant, vont de pair avec un endettement fréquent auprès de la SAED. Les Peul sont alors obligés de puiser dans leur cheptel pour rembourser les charges de culture.

Les Peul se sont mis à la culture du riz, de la tomate, de l'oignon, avec parfois, des résultats comparables à ceux de leurs voisins sédentaires (Santoir, 1983). Ils réussissent à s'adapter en divisant leurs familles dont une partie s'occupe exclusivement de l'élevage, loin de la vallée, pendant que l'autre reste près des casiers irrigués. Mais leurs motivations restent moins fortes que celles des villageois, et aussi plus complexes. La culture irriguée est jugée en fonction de l'élevage. Quand on a du bétail, les travaux dans les casiers sont subordonnés aux travaux pastoraux. La culture irriguée est censée alléger la commercialisation du cheptel, et même, si possible, accroître ses effectifs. La situation des Peul dans les périmètres, quinze ans plus tard, semble indiquer que cette "option pastoraliste" de la culture irriguée n'a été qu'en partie réalisée.

## LES PEUL ET LA CULTURE IRRIGUÉE EN 1992

On compte dans le grand périmètre de Nianga, une vingtaine de groupements de producteurs peul (soit 20% des groupements y cultivant). Mais les Peul ont accès à de nombreux autres périmètres, plus petits (quelques dizaines d'hectares) qui ont été créés par la SAED et l'OFADEC<sup>8</sup>. Comme en 1978, les Peul des périmètres se distinguent des autres, mais leurs différences sont, dans une certaine mesure, le résultat de plusieurs années de culture irriguée.

### Une main d'oeuvre plus nombreuse

Les ménages Peul cultivant dans les périmètres sont toujours sensiblement plus grands que les autres. Pour l'élevage, le facteur main d'oeuvre est moins déterminant ; le travail de gardiennage est assez élastique ; un homme peut s'occuper de 20 têtes de bovins comme de 100. Pour les Peul fixés à proximité des périmètres, le problème du gardiennage des petits ruminants se pose néanmoins. L'importance du petit bétail peut alors dépendre du nombre de

---

8 OFADEC : Office Africain pour le Développement et la Coopération.

jeunes (< 15 ans) pour les garder. Ce travail est d'abord assuré par la main-d'oeuvre familiale dans 77% des cas. Il y a peu de bergers collectifs chez les Peul, et seuls quelques troupeaux sont confiés à des parents ou amis. Le comportement des Peul hors périmètres est pratiquement identique. Mais notons qu'entre 15 et même 18% (Peul des périmètres) des troupeaux bovins ne sont jamais gardés.

	Inact H	Inact F	Act H	Act F	Act G	Act F	Garc.	Fille	Total
Sans Périmètre	0,2	0,4	1,6	1,8	0,8	0,5	1,3	1,3	7,9
Avec Périmètre.	0,3	0,4	2,0	2,2	1,0	0,7	1,6	1,6	9,8

H = Homme, F = Femme, Inact = Inactif, Act = Actif, G = Garçon < 10 ans, F = Fille < 10 ans

**Tableau 1 : répartition de la population peul par ménage**

La main-d'oeuvre masculine évolue peu selon le type d'aménagement. La population des ménages, ainsi que le nombre d'actifs, apparaissent plus faibles chez ceux qui ne cultivent que les petits périmètres. Pourtant la culture dans le grand périmètre est plus mécanisée et les Peul n'y pratiquent qu'une seule saison de culture, comme on le verra plus loin. Les différences apparaissent donc assez peu significatives.

	Grand périmètre	Petits périmètre	Grands+petits périmètre	Ensemble
Nbre ménages	66	107	14	186
Pop / ménage	11	9,2	12	9,8
Total actifs	6,1	5,8	6,2	5,9
Actifs 10-14 ans	1,9	1,5	2,0	1,7
Actifs 15-69 ans	4,2	4,3	4,2	4,2

**Tableau 2 : répartition de la population selon le type de périmètre.**

### Un cheptel plus important

Les ménages cultivant dans les périmètres irrigués sont un peu mieux pourvus en bétail. En 1991, seul un gros tiers (38%) des ménages Peul possèdent encore des bovins. Dans la basse vallée du Sénégal, la diminution du cheptel a commencé en 1972, et a été entretenue par une suite de mauvaises années (1977, 1982-1983, 1990-1991). La proportion est la même pour tous les Peul. Les périmètres ne sont pas un refuge pour pasteur démuné, et l'élevage y est tout aussi "sinistré" qu'ailleurs. C'est au niveau du petit cheptel qu'une légère différence apparaît ; dans les périmètres, les troupeaux de moutons sont plus nombreux. La proportion de petits ruminants peut être une adaptation à la culture irriguée et aux contraintes d'espace.

	Sans bétail	Bov=0	Ov+Cap=0	Tout bétail
<b>Sans culture irriguée</b>	<b>25</b>	<b>114</b>	<b>32</b>	<b>47</b>
%	13,7	62,3	17,5	25,7
grand périmètre	2	30	4	31
petits périmètres	14	76	19	16
grand+petit périmètre	1	10	1	3
<b>Avec culture irriguée</b>	<b>17</b>	<b>116</b>	<b>24</b>	<b>50</b>
%	9,1	62,3	12,9	26,7

Tableau 3 : répartition du cheptel par ménage et type d'aménagement

La taille des troupeaux varie sensiblement. Dans les périmètres, ils sont plus importants, avec une nette prédominance des ovins. Le développement de l'élevage des ovins est un phénomène général depuis les sécheresses. Le mouton est plus facile à entretenir que le boeuf ; il possède une bonne valeur marchande ainsi qu'un marché plus étendu. Les Peul des grands périmètres ont des troupeaux plus importants ; ceux qui cultivent dans les deux types de périmètres à la fois sont les plus pauvres en bétail.

	Bovins	Ovins	Caprins
<b>(Sans culture irriguée)</b>	22	27,2	19,4
grand périmètre	31,9	44,2	23
petits périmètres	22,5	37,8	21,1
grands+petits périmètres	0,8	15,2	24,5
<b>(Avec culture irriguée)</b>	26,2	39,2	22,5

Tableau 4 : taille moyenne des troupeaux

A titre de comparaison, en 1988, Tourrand relevait, chez les Peul cultivant dans les périmètres du delta du fleuve Sénégal, 16% de familles sans bovin et 14% sans petits ruminants. Le cheptel peul du delta était donc sensiblement plus important, mais spécialisé dans l'élevage bovin qui fait l'objet de plusieurs expériences d'embouche (Tourrand *et al*, 1985). Chaque famille peul du delta disposait de 18 bovins, 14 ovins et 21 caprins en moyenne, contre 10 bovins, 30 ovins et 16 caprins dans les périmètres de la zone de Nianga. Ainsi, par habitant, les Peul des périmètres ont moins de bovins (1 contre 1,3), autant de chèvres (1,6), mais plus d'ovins (3 contre 1,02) que ceux du delta. Leur élevage reste de type sahélien, adapté aux conditions sévères de l'environnement. Dans le delta, les pâturages entre les périmètres sont plus abondants et durent plus longtemps, en outre, des superficies irriguées plus grandes fournissent aux éleveurs des quantités importantes de

son et de paille de riz, sans compter les bouts de canne à sucre, la mélasse produits par la Compagnie Sucrière Sénégalaise, les drêches de tomates de la Société des Conserverie Alimentaire du Sénégal.

Les moyennes cachent en fait une grande inégalité dans la répartition du cheptel entre les éleveurs. La répartition du cheptel bovin est moins inégalitaire, si l'on peut dire, dans les périmètres, où 10% des ménages détiennent 44% du cheptel, au lieu de 51% en dehors. Les Peul des périmètres ont moins de petits troupeaux (en dessous de 5 têtes) et plus de gros (au dessus de 50 têtes).

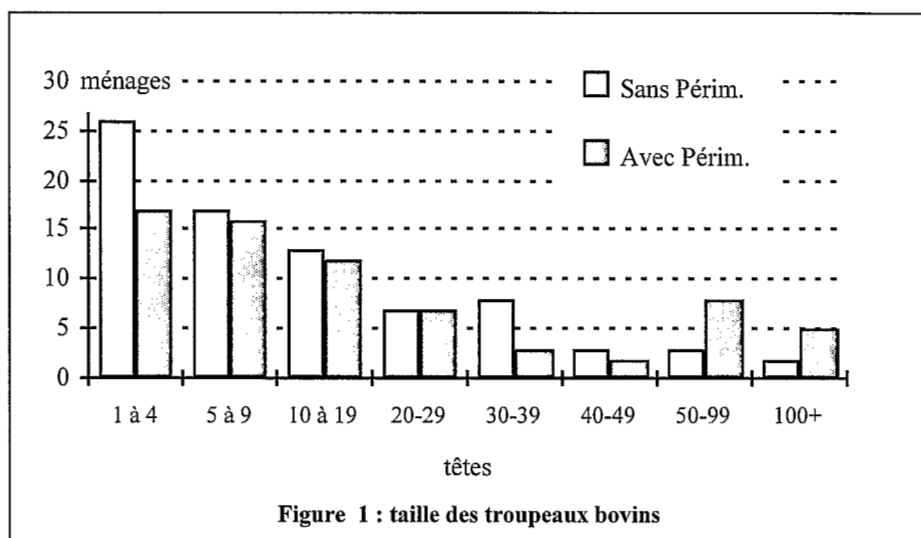
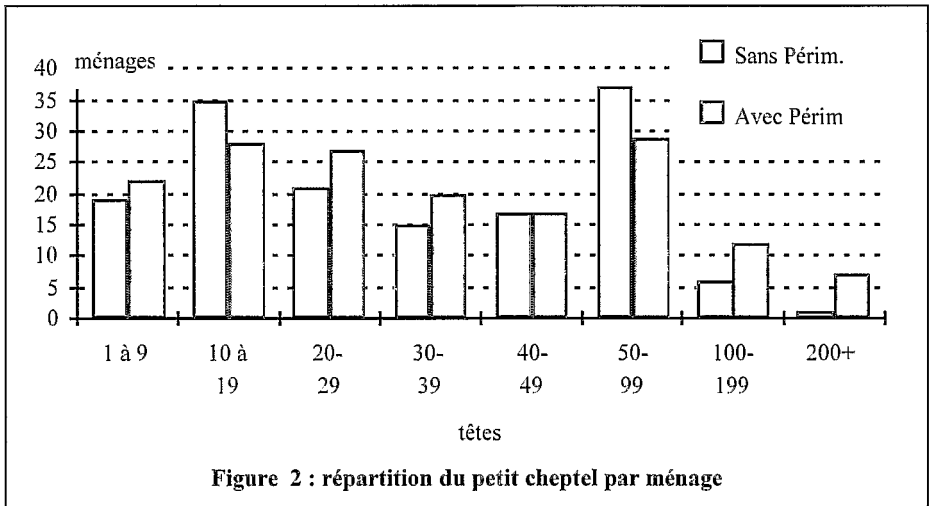


Figure 1 : taille des troupeaux bovins

La culture irriguée apparaît, dans une certaine mesure, comme un facteur de développement du cheptel. Cependant les Peul les plus riches en bétail sont ceux qui cultivent dans le grand périmètre. Ils pratiquent une culture rizicole principalement vivrière qui dégage peu d'argent à investir. L'accroissement de leur cheptel bovin est favorisé par une exploitation plus faible ou par des revenus extra-agricoles.

Le petit cheptel est mieux réparti, surtout les caprins (10% des familles détiennent un tiers du cheptel). On remarque l'existence de troupeaux moyens (entre 20 et 40 têtes) et de gros (au dessus de 100 têtes), parmi lesquels les ovins dominent. Dans les périmètres, les ovins sont moins bien répartis (10% des familles ont près de la moitié des animaux, contre un tiers, hors des périmètres). L'élevage ovin peut apparaître bien développé dans les périmètres, surtout auprès d'une minorité d'exploitants qui se spécialisent dans cet élevage.



Les périmètres de la zone de Nianga ne fournissent pas une alimentation suffisante pour l'entretien des troupeaux. Une forte proportion (47%) des éleveurs qui y cultivent doit acheter chaque année des aliments pour le bétail<sup>9</sup>. Ces aliments sont achetés par les plus gros propriétaires de bétail, et sont destinés d'abord aux bovins, puis aux ovins. Il s'agit principalement de "rakka" c'est à dire des tourteaux d'arachide vendus par les commerçants ou les coopératives. Les autres aliments sont, par ordre d'importance, le "ripass", le son de riz issu du battage, le sel ou natron, et enfin le "gubbal", les graminées sèches du *jeeri*, achetées par bottes, uniquement par les Peul des périmètres.

Les achats d'aliments correspondent plus à des difficultés de nourriture du bétail qu'à une amélioration des rations en vue de l'embouche. Dans notre échantillon, aucun éleveur cultivant dans les périmètres, ne fait de l'embouche bovine, contre à peine 1% pour les autres Peul. Seule l'embouche ovine est pratiquée, et encore à une très petite échelle (15% des ménages) (Houssard 1991). La plupart de temps, il ne s'agit que de moutons de case. En dehors des périmètres, l'embouche ovine intéresse ceux qui ont un faible cheptel bovin.

Le bétail reçoit-il dans les périmètres des soins plus attentifs ? Rien n'est moins sûr quand on considère les dépenses de santé effectuées par les Peul pour leur bétail.

Dans les périmètres, pourtant plus proches des centres vétérinaires, les Peul ont moins dépensé par tête de bétail, en vaccinations et médicaments. En fait, les soins sont surtout destinés au gros bétail. L'influence du milieu n'est pas un critère pertinent, dans la mesure où le cheptel des deux types de Peul est entretenu dans les mêmes zones de pâturage.

9 43% des ménages hors périmètres.

## DES ÉCONOMIES RECENTRÉES SUR LA CULTURE IRRIGUÉE

	Ménages d'éleveurs ayant effectué des dépenses	Montant / UBT* (en CFA)	Montant / ménage (en CFA)
Sans cult. irrig.	43 %	200	5860
Avec cult. irrig.	38 %	178	7600

\* UBT = Unité Bétail Tropical (0,7 bovin, 0,2 ovin ou caprin)

**Tableau 5 : frais de santé pour le bétail**

La mobilité du cheptel est encore la règle. En hivernage, le cheptel bovin évolue dans le *jeeri*. Peu de bétail séjourne dans le *jeejengol*, zone intermédiaire, très peuplée et exploitée, située à proximité immédiate de la vallée. Le *waalo*, occupé en cette saison par les cultures irriguées, n'accueille que le petit cheptel des Peul travaillant sur les périmètres.

Zones de pâturage		Sans culture irriguée			Avec culture irriguée		
Hivernage	Saison sèche	Bovins	Ovins	Caprins	Bovins	Ovins	Caprins
galle**	galle	0	3	2	1	<b>16</b>	6
HZ *	HZ	1	2	1	0	2	2
<i>waalo</i>	<i>jeeri</i>	0	0	0	1	3	2
<i>waalo</i>	périmètre	0	0	0	1	3	3
<i>waalo</i>	<i>waalo</i>	1	2	3	4	11	15
<i>jeejengol</i>	<i>waalo</i>	1	3	4	2	3	7
<i>jeejengol</i>	<i>jeejengol</i>	0	5	<b>9</b>	2	15	<b>17</b>
<i>jeejengol</i>	<i>jeeri</i>	3	1	1	10	9	7
<i>jeeri</i>	<i>jeeri</i>	<b>42</b>	<b>94</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>58</b>	<b>60</b>
<i>jeeri</i>	périmètre	1	0	0	0	0	0
<i>jeeri</i>	HZ	<b>13</b>	<b>11</b>	6	<b>8</b>	14	5
<i>jeeri</i>	<i>waalo</i>	1	1	0	5	3	4
<i>jeeri</i>	<i>jeejengol</i>	0	1	2	0	1	1
Total		63	123	118	64	138	129

\* HZ = hors zone, en dehors de la vallée ; \*\* Galle : bétail entretenu dans l'enclos d'habitation.

**Tableau 6 : zones de pâturage selon les deux saisons principales (nombre de troupeaux)**

Il est remarquable de constater que les anciennes transhumances entre *jeeri* et *waalo* ont pratiquement disparu chez les Peul hors périmètres, et ne concernent plus que 8% des troupeaux bovins des Peul des périmètres. C'est le signe que la complémentarité entre les deux zones n'existe plus, à cause ou malgré l'installation des aménagements.

Les périmètres n'apparaissent que rarement comme zone de pâturage, uniquement chez les Peul des périmètres et surtout pour le petit cheptel. Il y a là un problème d'accès (conflit avec les paysans voisins, faiblesse des superficies cultivées par les Peul). Sans doute il y a-t-il eu également, sous-

déclaration. Le stationnement des animaux dans les périmètres est de courte durée (15 jours, un mois environ) et présente des risques du fait des cultures de contre saison sèche. Le gardiennage est non seulement obligatoire mais doit être aussi très attentif. La saison sèche ne peut donc être passée dans le *waalo*, et c'est ainsi que la plupart des mouvements pastoraux s'orientent vers le sud et hors de la vallée.

		Bovins	Ovins	Caprins
VENTES	<i>Sans cult. irrig.</i>	10,3	11,7	7,8
	petit périmètre	4,9	4,2	6,4
	grand périmètre	9,9	9,9	5,3
	grand+petit périmètre	0	2,8	2,6
	<i>Avec cult. irrig.</i>	8	6,7	5,5
CONSOMMATION	<i>Sans cult. irrig.</i>	1,2	3,6	5,3
	<i>Avec cult. irrig.</i>	0,9	4,2	4,7
TAUX EXPLOITATION	<i>Sans cult. irrig.</i>	11,5	15,3	13,1
	<i>Avec cult. irrig.</i>	8,9	10,9	10,2

Tableau 7 : l'exploitation du cheptel (en %)

L'exploitation du cheptel chez les Peul des périmètres et hors des périmètres est du même type. Il s'agit d'une exploitation minimale préservant au maximum le troupeau. Les ventes portent principalement sur le petit cheptel qui fournit le gros du bétail abattu pour la consommation. Le produit des ventes est destiné en priorité à l'achat de nourriture, pour les hommes mais aussi pour les animaux. L'exploitation apparaît moins forte chez les Peul des périmètres pour tous les types d'animaux. Les Peul reconnaissent, en effet, qu'avec la culture irriguée, ils vendent moins de bétail. En milieu agropastoral traditionnel, les taux d'exploitation du cheptel sont inversement proportionnels à l'importance du troupeau. Certains besoins, alimentaires notamment, sont peu compressibles. Il semblerait qu'il en soit de même ici. Bien qu'ils commercialisent d'abord le petit cheptel, surtout ovins, leurs ventes de bovins sont inférieures à celles des Peul hors périmètres. En outre, vivant dans un cadre villageois, avec des obligations sociales plus fréquentes, ils abattent plus de moutons et moins de bovins.

La commercialisation des Peul hors périmètres portent surtout sur les ovins, animal le plus cher après la vache, dans un souci de préserver le cheptel bovin. Dans les périmètres, les ventes de bovins, qui correspondent généralement à de gros besoins d'argent, sont moins importantes. Toutefois, dans le grand périmètre, où les Peul ont le plus gros cheptel, les ventes sont plus fortes. On peut y voir l'effet d'une récolte insuffisante, de l'endettement. Les variations inter-annuelles sont fortes.



Les achats de bétail portent surtout sur les ovins (9% des ménages avec achat de 7 ovins chacun) et plus rarement sur les bovins et les caprins (3-4 têtes pour 100 ménages). Les rares bovins ont été achetés grâce au bénéfice du commerce et de la vente de riz ; les ovins, avec l'argent de l'émigration et de la vente de bovins ou d'ovins ; le reste avec des salaires gagnés sur place. La culture irriguée à Nianga n'est pas le seul moyen de reconstituer le cheptel.

Les produits laitiers, devenus rares, servent d'abord à la consommation familiale. Bien que leurs troupeaux soient plus petits, et donc les laitières moins nombreuses, les Peul hors des périmètres essaient néanmoins de tirer quelques revenus de leur production. Ils échangent plus, soit qu'ils disposent de moins de numéraire pour acheter des vivres, soit que le troc (lait ou beurre - riz) est plus avantageux pour eux. Il ne se pratique d'ailleurs pas uniquement dans la vallée, mais aussi dans les forages du *jeeri*.

	Vente	Échange
Sans culture irriguée	14,3	9,5
Avec culture irriguée	7,1	6,5

Tableau 8 : l'exploitation des produits laitiers (% de ménage)

### Le maintien des cultures traditionnelles

Une minorité des Peul (11%) étudiés ne pratique aucune activité agricole. Ce ne sont pas pour autant des pasteurs ; ils possèdent seulement quelques têtes de petit cheptel et résident au bord de la vallée, près des chefs de fraction, où ils subsistent en exerçant divers petits métiers temporaires, un peu de jardinage. Ils ont beaucoup d'émigrés. Tous les autres Peul sont des agro-pasteurs.

Malgré l'apparition, il y a presque vingt ans, de la culture irriguée, force est de constater que l'agriculture traditionnelle résiste bien. Si les chiffres ci-dessous peuvent être surestimés<sup>10</sup>, ils montrent néanmoins qu'une forte partie des Peul des périmètres pratiquent à côté de leur casier, des cultures de décrue dans les cuvettes inondables. A peu près la même proportion de familles déclare pratiquer la culture sous-pluie, pourtant extrêmement hasardeuse. La mise en culture de champ de *waalo* et de *jeeri* permet de diversifier grandement la production des périmètres qui produisent surtout du riz, des tomates et des oignons. Elle contribue également à améliorer les revenus, car l'observation montre qu'une partie des récoltes est vendue sur le marché.

10 Confusion possible entre le fait d'avoir effectivement mis en culture à la date donnée, et le fait de "posséder" un champ.

	JEERI	WAALO		
		<i>kolaaDe</i>	<i>falo</i>	<i>foonde</i>
Sans cult. irrig.	72	33	6	7
Avec cult. irrig.	61	51	10	10

Tableau 9 : la pratique des cultures traditionnelles (en % de ménage)

Chez les Peul qui ne participent pas à la culture irriguée, la culture dans le *jeeri* domine. Les autres Peul ont, au contraire, une activité agricole centrée sur le *waalo*. Seuls, 11% des Peul étudiés ayant une activité agricole ne pratiquent que la culture irriguée. On les rencontre souvent dans le village au bord du grand périmètre comme à Diambo-Diabé, Ngendar, Kadiogne. Notons que l'accès aux cultures irriguées est plus inégalitaire qu'au début ; les anciens serviteurs Peul y sont mal représentés (3% des ménages, alors que l'on compte 14% de *MaccuBe* hors périmètres).

Lors de notre enquête, la majorité des familles pratiquant la culture irriguée est dans les petits périmètres de l'OFADÉC et de la SAED. Les deux tiers ne font qu'une seule saison de culture, surtout en hivernage, 17% arrivent à faire deux saisons, 15% à enchaîner trois cultures. Une minorité, fixée au bord du grand périmètre, concilient la culture dans un petit périmètre et le grand périmètre de Nianga. Dans ce dernier, une seule saison culturale d'hivernage est pratiquée ; la double culture (hivernage + saison chaude) est encore rare. La main d'oeuvre masculine, mais aussi féminine, apparaît ici comme un facteur déterminant ; les familles capables de faire plusieurs saisons ont une plus grande force de travail. Notons qu'elles détiennent par ailleurs les plus gros troupeaux de bovins et de petits ruminants.

	Petit périmètre	Grand périmètre
1-Hivernage	18	58
2-Saison sèche froide	54	1
3-Saison sèche chaude	1	0
1 + 2	11	4
1 + 3	7	4
1 + 2 + 3	16	0
Total ménages	107	67

Tableau 10 : les saisons de culture dans les périmètres, par ménage

Il n'y a pas, cependant, de liaison apparente entre l'importance du troupeau et le nombre de saisons culturales, ni le nombre de parcelles irriguées mises en culture. Seuls 10% des Peul des périmètres arrivent à mener de front trois saisons dans les petits périmètres, les cultures de *jeeri* et de *waalo*. Ces Peul,

champions du "plein emploi", sont des familles qui disposent d'au moins 9 adultes et qui ont un cheptel relativement important (18 bovins, 50 petits ruminants).

	Waaloo	Jeeri	Hivernage	Saison sèche froide	Saisons sèche chaude
Sans cult. irrig.	0,5	0,7	0	0	0
Avec cult. irrig.	0,9	0,6			
Avec cult. irrig.	Waaloo	Jeeri	Grand périmètre	Grand périmètre	Grand périmètre
	0,4	0,9	1,1	0,1	0,1
			Petit périmètre	Petit périmètre	Petit périmètre
	1,2	0,5	0,5	0,8	0,2
			Grand +petit périm	Grand +petit périm	Grand +petit périm
	0,6	0	1,2	0,5	0

Tableau 11 : nombre de parcelles par ménage

Enfin, près de la moitié des Peul hors périmètres (48% des ménages), et plus des deux tiers (70%) des autres, entretiennent des jardins installés généralement à proximité d'un gros village, au bord de la route Dagana-Ndioum, ou dans le *jeeri*. Ces jardins, encadrés par des ONG, sont cultivés surtout par les femmes pendant la saison froide. Leur production est destinée au marché.

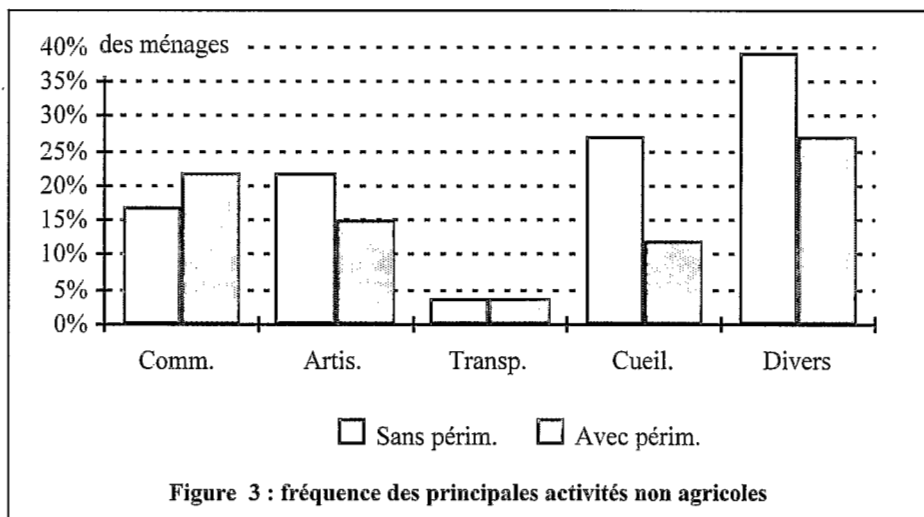
Malgré des activités agricoles de plus en plus étendues, les trois quarts environ des Peul des périmètres comme ceux l'extérieur, ont au moins une autre activité, en dehors de l'élevage et de l'agriculture.

### Les activités non agricoles : un appoint économique important

Les principales activités pratiquées localement par les ménages sont l'artisanat, le commerce, le transport, la cueillette, les petits métiers divers. A l'exception du commerce, les Peul des périmètres sont, dans l'ensemble, moins nombreux à exercer des d'activités non agricoles.

La cueillette est devenue une activité moins fréquente vu la dégradation du couvert arbustif. Plus d'un quart des ménages hors périmètres pratiquait la cueillette en 1991-1992. Il s'agit d'une activité de saison sèche qui se pratique dans le *jeeri*, surtout en période de pénurie. La récolte (fruits des *Balanites*, de *Boscia*) est autant destinée à l'alimentation qu'à la vente sur les marchés.

Le transport peut être une source de revenu non négligeable. On compte un peu plus de charrettes et de chevaux chez le Peul des périmètres (1 attelage pour un peu moins de deux familles), que chez les autres (3 attelages pour 5 familles). C'est, là également, un signe de plus grande richesse.



La catégorie des "Divers" l'emporte par la fréquence, surtout chez les Peul ne pratiquant pas la culture irriguée. Il s'agit là des multiples petits métiers ou sources de revenus, disponibles sur place et difficilement classables.

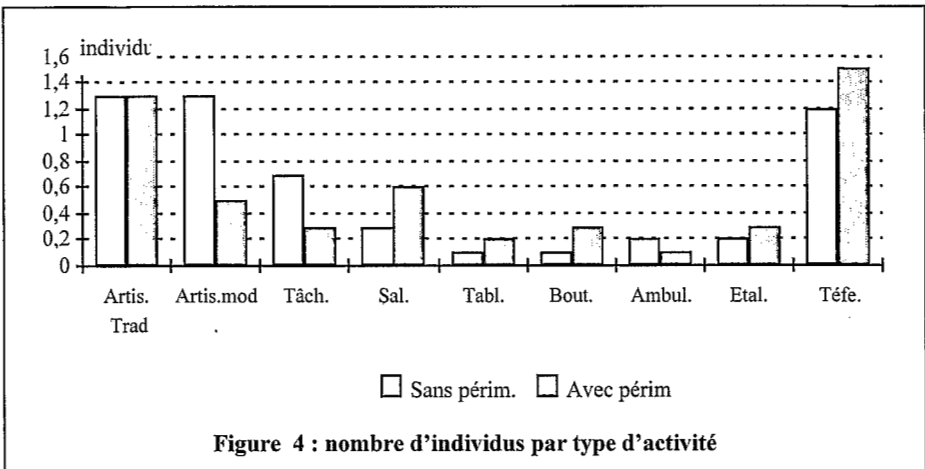
Activités diverses	Sans cult. irrig.	Avec cult. irrig.
Salarié	5	11
Travailleur agricole	31	7
Marabout	3	0
Courtisan statutaire	3	3
Rentier (rente foncière, retraite, loyer)	3	9
Charlatan	7	2
Autres	2	2

**Tableau 12 : fréquence\* des activités "diverses" par type**

(\* : Nombre d'individus)

On constate néanmoins que les activités liées à la culture irriguée sont les plus fréquentes. Les emplois salariés intéressent au premier chef les Peul des périmètres. Ces salaires (gardiens, conducteurs d'engin, irrigateurs...) sont obtenus auprès des entreprises de travaux publics travaillant pour les aménagements, les rizeries, les entreprises privées faisant les gros travaux agricoles. Les Peul de périmètres sont les mieux placés pour obtenir ces emplois. Les Peul hors des périmètres ont surtout des emplois moins spécialisés ; ils sont en grande majorité journaliers, tâcheron (battage du riz, vannage, mise en sac...). Ils sont également plus nombreux dans les petits métiers traditionnels (charlatan...). Enfin on remarque le nombre relativement important de ménages cul-

tivant dans les périmètres et touchant une rente issue généralement des locations de terre.



Commerce et artisanat occupent de nombreux Peul qui cultivent dans les périmètres. Le métier de *tefenke*, marchand de petit bétail, ovin surtout, est très pratiqué. Il demande certaines liquidités comme pour toutes les autres activités commerciales. Les Peul des périmètres ont également des étals sur les marchés, ou des tables, et même des boutiques dans les villages. Chez eux, l'artisanat est également bien représenté surtout les métiers traditionnels (vannier, forgeron, mais aussi berger, tresseuse...). L'artisanat moderne (maçon, fabricant de briques en banco, menuisier, ferrailleur, mécanicien, mais aussi tailleur, teinturière...) concerne surtout les Peul hors périmètres.

Ces derniers sont aussi nombreux dans l'artisanat moderne que dans les métiers traditionnels. Le commerce occupe beaucoup moins de monde et se polarise sur le commerce du bétail. Les autres activités commerciales sont peu fréquentes, et concernent principalement le très petit commerce de détail.

Finalement, les Peul pratiquant la culture irriguée ont autant de personnes que les autres (1 individu pour un peu plus de 2 ménages, en moyenne) exerçant sur place une activité non agricole ou pastorale. Leur économie apparaît donc très ouverte, d'autant qu'ils comptent de nombreux émigrés au Sénégal et à l'étranger.

### L'émigration : une "activité" bien développée

Les ménages cultivant dans les périmètres n'ont pas moins de migrants que les autres ; deux ménages sur cinq environ, ont en moyenne trois migrants. Le plus grand nombre d'émigrés par ménage se rencontre chez les Peul cultivant dans les petits périmètres.

La majorité des migrants sont déclarés comme permanents. C'est ainsi que plus du quart de la population masculine adulte (15-69 ans) totale est absente pour de longues périodes.

	migrants	% de ménages	Migrant / ménage	% de tous les hommes adultes
Sans cult. irrig.	114	42	1,5	25
Avec cult. irrig.	127	41	1,6	27
petits périmètres	78	42	1,7	25
grand périmètre	41	41	1,5	24
petits+grand périmètres	8	35	1,6	23

Tableau 13 : importance de l'émigration

Les destinations sont multiples mais différentes selon les deux types de Peul étudiés. Les Peul ne pratiquant pas la culture irriguée se rendent d'abord (34%) dans les grandes villes du Sénégal : Thiès, Mbour, Diourbel, Kaolack, Tambacounda..., puis à Dakar (25%). Les Peul des périmètres suivent également les mêmes directions (54%), mais près du tiers va à l'étranger, surtout dans les pays voisins (Mauritanie, Gambie, Mali...).

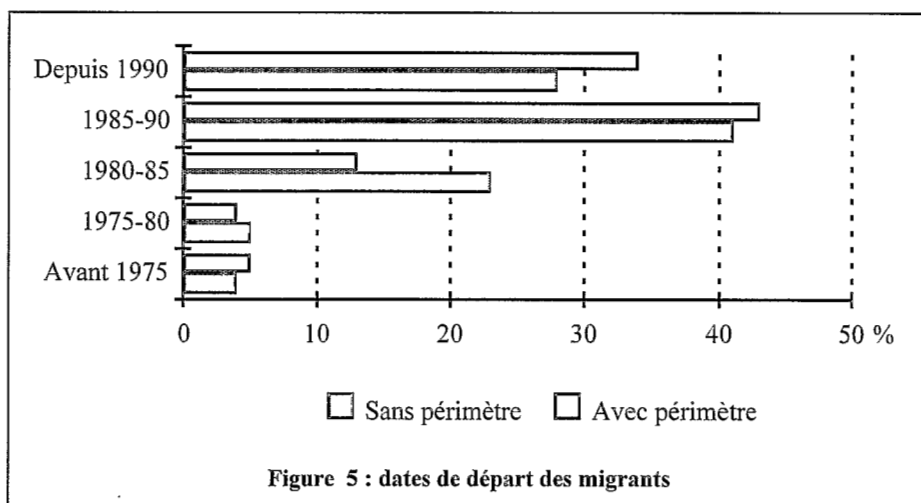


Figure 5 : dates de départ des migrants

Les dates du premier départ relevées par l'enquête montrent, malgré leur imprécision et notamment l'omission probable des départs les plus anciens, que les mouvements s'accélérent pendant la période qui a connu la sécheresse de 1982-1983, et qu'ils restent très forts après. Les pertes en bétail sont, sinon la cause principale du flux migratoire, du moins une incitation certaine, surtout chez les Peul hors périmètres. Chez les autres, l'évolution semble la

même, mais plus tardive, avec une brusque augmentation du flux depuis 1985.

Les emplois des migrants ne sont pas sans rapport avec les activités exercées sur place. Les ménages qui ont des migrants, ont un niveau d'activités extra-agricoles plus élevé. Les Peul des périmètres exercent d'abord des activités salariées ou commerciales. Ces activités sont également bien représentés chez les migrants issus des familles ne cultivant pas dans les périmètres, mais ils ont une spécialisation moins nette. Chez ces derniers il y a plus de petits métiers mal définis (divers), occasionnels. Les métiers du pastorat ne sont pas mieux représentés chez eux. Par contre, il existe une assez forte migration à caractère religieux qui est traditionnelle chez les Peul.

Le fait de cultiver un périmètre irrigué n'apparaît pas comme un frein à l'émigration, d'autant que les familles sont plus importantes et que la ponction exercée sur la main-d'oeuvre reste supportable. Chez les *Haalpulaaren* de la région, l'émigration est plus intense tant par le nombre de ménages que par le nombre de migrants par unité domestique. Migration à l'étranger, emplois plus spécialisés qui relèvent de secteurs d'activités modernes, caractérisent l'émigration des Peul des périmètres. Leur mobilité ressemble à celle des *Haalpulaar*. L'émigration chez les autres Peul a un caractère plus conjoncturel, moins structuré.

Emplois	Sans culture irriguée		Avec culture irriguée	
	n	%	n	%
Commerce	27	23	20	29
Employé	15	12	10	14
Ouvrier	6	5	4	6
Manoeuvre	9	7	8	12
Enseignement	4	3	3	4
<i>Total emplois modernes</i>	61	50	45	65
Berger	12	10	7	10
Vendeur de lait	13	11	7	10
Études coraniques	27	23	8	12
Divers	7	6	2	3
<i>Total</i>	120	100	69	100

Tableau 14 : emplois des migrants

\*\*\*

En définitive, les Peul qui pratiquent la culture irriguée se distinguent assez nettement des autres. Ils possèdent une famille plus importante qui leur per-

met de mener de front agriculture et élevage, d'autant que leur cheptel est légèrement plus important. Ils ne font généralement qu'une seule saison de culture ; dans le grand périmètre la double culture n'est pratiquée que depuis 1990. Ils restent néanmoins attachés aux cultures du *waalo*, et à chaque occasion, ils sèment le sorgho dans les cuvettes inondées, situées autour des périmètres. Ils ont un niveau d'activités extra-agricoles sensiblement identique aux autres Peul, et ont autant de migrants. Cependant, ils exercent des activités différentes, plus centrées sur le commerce, les emplois salariés sur place, tandis que les autres Peul forment le gros des manoeuvres agricoles.

Le maintien d'activités hors périmètres peut être interprété comme le signe de l'insuffisance de la culture irriguée, mais aussi comme le désir des Peul de reconstituer leur système d'exploitation habituel qui accorde une large place à l'élevage.

## LES PEUL, ENTRE ÉLEVAGE ET CULTURE IRRIGUÉE

Elevage ou culture irriguée ? Tels sont les termes du dilemme que les Peul n'ont pas tous résolu. Les stratégies adaptatives face aux périmètres, face à la culture irriguée, sont individuelles et par conséquent multiples.

### Une insertion très inégale dans les périmètres

La moitié des *pooye* de notre échantillon<sup>11</sup> pratique la culture irriguée ; cette proportion doit être considérée comme un maximum. Plus de la moitié des familles étudiées sont installées dans, ou au bord, de la vallée, le reste dans le *jeeri*. Or, la population peul est plus importante dans le *jeeri* qu'au bord de la vallée où réside un quart environ des Peul des arrondissements de Tille-Boubakar et de Gamadji, selon le recensement national de 1986. La proportion de Peul cultivant dans les périmètres, à un titre ou à un autre, doit donc être revue à la baisse, et s'établit, autour de 30% seulement, pour l'ensemble de la population, en 1990-91.

En 1993, 455 Peul cultivaient dans le grand périmètre de Nianga. Il convient d'ajouter ceux qui exploitent les petits périmètres alentour<sup>12</sup>. Notre enquête a enregistré un rapport de 3 *pooye* dans les petits périmètres pour 2 dans le grand. Ce rapport est cependant susceptible d'évoluer selon l'année. Depuis 1990-1991, date des relevés, les Peul (groupements *NgenndamaaBe*, *WodaaBe* 1 et *SoovonaaBe* principalement) ont bénéficié des extensions du grand périmètre et ont reçu la moitié des 183 ha nouvellement aménagés, tandis qu'à l'extérieur, des petits périmètres ne sont plus cultivés (comme les anciens périmètres OFADEC), ou de façon irrégulière<sup>13</sup>. Ainsi, en quatre ans, des Peul qui cultivaient dans les petits périmètres sont passés dans le grand

11 Choisi, dans cette zone, en fonction de la culture irriguée.

12 Les ménages qui cultivent dans les deux sortes d'aménagement ne constituent que 10% de l'ensemble.

13 Car certains *pooye* ne cultivent pas tous les ans (endettement trop fort, incident de culture...).



périmètre qui a reçu également de nouveaux adhérents à la culture irriguée. Nos sondages les plus récents montrent qu'il y aurait en 1994, plus de Peul dans le grand périmètre de Nianga. Ils y représentent actuellement un tiers des attributaires de parcelles et y sont, en proportion, plus nombreux que dans les petits périmètres.

SUMA	Groupement de Producteurs	Superf (ha)	Nombre exploitants	Superf/expl.
Ndiawara	Dékolé 1	8,62	7	1,23
	Dékolé 3	5,72	24	0,24
Diambo Diaobé	Diaobé 1	15	10	1,5
	Diaobé 2	3,8	7	0,54
Ngendar	Ngenndar 1-7	63,4	72	0,88
Tiéolé	WodaaBe 1	23	20	1,01
	WodaaBe 3	17,6	21	0,83
SoovonaaBe	SoovonaaBe 1	23,89	36	0,66
	SoovonaaBe 5	7,97	18	0,44
Figo-Kiraye	Kiraye 1	12	11	1,11
	Figo 3	2,73	18	0,15
Moy. Périm SAED		183,73	244	0,75
PETITS PERIMETRES	WodaaBe 2	51	82	0,62
	Pendao	30	42	0,71
	SoovonaaBe	18	23	0,78

**Tableau 15 : superficies cultivées par les Peul dans quelques périmètres en 1993**

Il faut donc rééquilibrer la participation peul dans les deux types d'aménagement. En 1994, on peut ainsi estimer entre 700 et 800 ménages la population peul impliquée, à des degrés divers, dans la culture irriguée (grand et petits périmètres), ce qui représente un petit quart (23%) de la population peul totale des deux arrondissements de Tille-Boubakar et de Gamadji<sup>14</sup>. Cette proportion est proche des comptages exhaustifs effectués à l'échelle des fractions<sup>15</sup> : *Peul Dekole* : 31% des ménages pratiquant la culture irriguée ; *SoovonaaBe Botol* : 29,3%, *WodaaBe I* : 27,9% *Ngenndar* : 25,4%, *WodaaBe II*, 21,7%. Les *pooye* qui pratiquent la culture irriguée représentent cependant presque la moitié (46%) de la population peul des deux communautés rurales de Ndiayène Pendao et de Guédé, qui concentrent la plupart des Peul ayant une parcelle dans le grand périmètre de Nianga.

14 La population peul y est estimée à 32.000 habitants

15 Comptages effectués par M. Kane, sous la direction d'A. Lericollais, géographe de l'ORSTOM.

La participation peul varie selon les groupes ; elle est, dans une certaine mesure, le reflet de l'importance de leur cheptel et de leur degré de pastoralisme. A l'intérieur des périmètres, on constate une grande inégalité entre les groupements de producteurs, tant en ce qui concerne le nombre d'exploitants que les superficies cultivées.

Au fur et à mesure de la création de nouveaux groupements de producteurs, les superficies cultivées ont tendance à diminuer. Il n'y a pas, *a priori*, de différence d'attribution dans les SUMA, entre Peul et *Haalpulaaren* (chaque attributaire reçoit autour d'1,10 ha) bien qu'en 1993, les 30% de Peul ne cultivent que 24% des terres irriguées dans le grand périmètre. Chez eux, le nombre d'exploitants est bien supérieur au nombre d'attributaires. Si le nombre des derniers est relativement stable dans l'ensemble, celui des exploitants varie ; les superficies attribuées sont exploitées par plusieurs (4 ou 5) cultivateurs<sup>16</sup>. La demande peul en terre irriguée est croissante depuis la sécheresse de 1983-1984, date qui coïncide avec le début du désengagement de la SAED. Elle est aussi un signe que l'élevage dans le *jeeri* marche mal et qu'il ne s'est pas rétabli. Les parcelles peul sont généralement surchargées<sup>17</sup>. A l'intérieur des groupements, les superficies cultivées sont très variables, entre 1,2 ha et 0,20 ha, selon la situation sociale le plus souvent.

La faiblesse des superficies n'est pas sans rapport avec la médiocrité des rendements qui sont généralement inférieurs à 5 tonnes/ha chez les Peul, malgré des performances isolées. Avec une parcelle inférieure à 50 ares, les exploitants Peul, comme les autres, ont des difficultés à faire face aux charges de culture (eau, engrais, pesticides) dont le coût augmente<sup>18</sup> et représente entre 25 et 40% de la valeur de la récolte. Ils accumulent alors les dettes, dont le non-paiement peut entraîner l'interdiction de cultiver lors de la prochaine campagne.

Les superficies exploitées dans les petits périmètres à vocation maraîchère et rizicole, sont généralement inférieures à celle du grand périmètre, de l'ordre d'une trentaine d'ares. Comme pour le grand périmètre, la moyenne par groupement cache de grandes inégalités.

L'importance très variable de la culture irriguée à l'échelle de la fraction, du groupements de producteur et de la famille, traduit une grande diversité des types d'insertion.

---

16 Des parcelles, ou fractions de parcelle, sont louées (en *rem-peccer*) ou vendues. Les exploitants peuvent se renouveler sur un même champ, mais le roulement est difficile à évaluer par des enquêtes à passage unique.

17 Il y a également le problème de la division des parcelles héritées après le décès de l'attributaire.

18 Surtout depuis la dévaluation de janvier 1994.

## La diversité des situations agro-pastorales

En 1992, dans la zone de Nianga, trois grands types de combinaisons agro-pastorales, d'inégale importance, peuvent être observés chez les Peul pratiquant la culture irriguée<sup>19</sup>.

- La majorité (71%) sont des agro-pasteurs qui se caractérisent par une faible pratique de l'irrigation : un peu plus d'une parcelle par famille, une seule saison de culture en hivernage, dans le grand périmètre ou dans les petits périmètres. Les cultures traditionnelles sont encore moins pratiquées. Il s'agit de familles de petite dimension, (moins de dix personnes, dont moins de 4 adultes actifs), dont la plupart résident au bord de la vallée et dans le *waalo*. Leur cheptel est d'une taille inférieure à la moyenne<sup>20</sup>, mais sa distribution est très inégale. Ce groupe a peu d'activités non agricoles (peu de migrants, presque pas de commerçants) et ses ressources dépendent essentiellement de la culture irriguée et de l'élevage.
- Un deuxième groupe, moins important (23%), se distingue au contraire, par une activité agricole prédominante. Il est constitué d'agro-pasteurs qui ont compensé la perte de leur cheptel due à la sécheresse par une accentuation de leurs activités agricoles et une diversification de leurs activités. Les familles sont relativement grandes (10 personnes, dont plus de 4 actifs adultes), installées dans le proche *jeeri*. Les cultures vivrières traditionnelles sont alliées à la culture irriguée (plus de 2 parcelles par *fooyre*). Le cheptel est peu important et surtout constitué d'ovins. Les activités non agricoles sont nombreuses : salaires, artisanat, et plus encore, commerce (petit bétail, boutique). Ces familles disposent d'autres sources extérieures de revenus tirés de l'émigration, relativement forte (0,8 migrant par *fooyre*).
- Un dernier groupe enfin, arrive à concilier culture irriguée, activités hors périmètres et l'entretien d'un cheptel important. Il s'agit d'une minorité de familles (6%) de taille importante (14,3 personnes dont 6 actifs adultes), qui résident le long de la route goudronnée, ou dans le *waalo* à proximité des périmètres. Alors que les cultures traditionnelles sont pratiquement abandonnées, ces ménages sont fortement insérés dans la culture irriguée (2,6 parcelles par *fooyre*), à la fois dans le grand périmètre et les petits périmètres (hivernage et contre saison), ou les deux à la fois, pour ceux qui résident en permanence dans le *waalo*. Les activités modernes locales sont très développées, notamment le commerce (boutiques, étals dans les marchés), mais l'émigration est forte (1,7 migrant par famille en moyenne). Revenus monétaires de

19 Cette classification a été obtenue par la méthode des emboîtements à partir de plusieurs variables : culture traditionnelle, culture irriguée, cheptel, migration, activités non-agricoles.

20 Soit 6 bovins et 29 ovins par ménage.

sources diverses, agriculture irriguée diversifiée (riz et cultures spéculatives) fournissent vivres et argent, dont une partie est investie dans le bétail. Ils exploitent, en effet, un cheptel important (48 bovins, 68 ovins et 30 caprins en moyenne) qui est entretenu dans le *jeeri*, la majeure partie de l'année.

Ces trois types représentent trois stades de l'évolution des systèmes agropastoraux vers la culture irriguée.

### L'évolution des familles peul dans le grand périmètre de Nianga

Une des premières conséquences de la culture irriguée a été le transfert d'une partie de la population peul installée dans les campements du *jeeri* vers la vallée. En 1978, à Tille-Boubakar, la moitié des *pooye* cultivant dans les périmètres, était dans le *jeeri*. Ils sont désormais, tous le long de la route goudronnée Dagana-Ndioum, à quelques exceptions près.

Site	Nbre campements	Nbre ménages	Pop.	% ménages avec périm.	Bovins / ménage	Ovins/ ménage	Caprins/ ménage
Waaloo	2	36	354	78	3	13	16
<i>Jeejengol</i>	3	152	1388	68	8	29	14
<i>Jeeri</i>	20	179	1509	30	11	24	15
<i>Ensemble</i>	25	367	3251	50	9	25	15

\* Échantillon enquête 1991-1992

**Tableau 16 : importance de l'élevage et de la culture irriguée selon le site des campements peul**

La culture irriguée nécessite l'installation des familles à proximité des parcelles. Résider en bordure de la vallée est encore trop loin. Les groupements qui ont les meilleures performances sont ceux qui séjournent toute l'année dans le *waalo*. Souvent, le Peul sème puis disparaît jusqu'à la récolte, mais la négligence des traitements se traduit le plus souvent par la baisse des rendements. Il doit se partager entre son troupeau et son périmètre, les deux pouvant être distants d'une trentaine de kilomètres, ce qui est beaucoup trop.

Les autres conséquences concernent directement les systèmes d'activités. En 1978, les Peul de l'arrondissement de Tille-Boubakar, qui s'inscrivaient dans le grand périmètre, étaient des familles démunies, disposant d'un cheptel décimé par la sécheresse. Ils avaient recours, pour survivre, à l'émigration et à divers petits travaux locaux. La taille des familles était sensiblement la même que celle des autres agro-pasteurs.

En 1992, leur situation a sensiblement évolué. Les Peul cultivant dans le grand périmètre ont une population plus importante. Il ne s'agit pas tant de la main-d'oeuvre pour la culture irriguée (seule la récolte, le battage, nécessite

beaucoup de bras, en outre les superficies cultivées sont faibles), que pour mener de front irrigation, culture traditionnelle et élevage. Certaines familles polygames sont divisées en unités spécialisées dans la culture irriguée ou l'élevage, entre *waalo* et *jeeri*. L'importance des familles peut être mise également en relation avec le fait que la culture irriguée, surtout dans le grand périmètre, est à même de nourrir une plus grosse famille. Enfin, il faut considérer que les familles cultivant dans les périmètres sont moins mobiles que les autres.

Les cultures de *jeeri* et de *waalo* sont en recul. En 1992, les Peul font moins de *waalo*. La production du grand périmètre est, en effet, essentiellement vivrière, alors que celle des petits périmètres, surtout en contre-saison froide, est consacrée aux oignons et aux tomates. Les Peul reconnaissent que la riziculture peut nourrir une famille à condition d'avoir une superficie suffisante et de travailler dur. Les superficies de *waalo* sont cependant plus restreintes ; elles consistent surtout en bas-fonds inondés soit au moment de l'irrigation, soit par la pluie. La proximité des parcelles irriguées et des champs de *waalo* incite les riziculteurs à semer le sorgho chaque fois que cela est possible. Cette récolte est toujours aléatoire : temps de crue trop court, invasion de criquets... La culture de décrue fournit, en outre, un complément de pâturage intéressant et de bonne valeur pour les animaux qui viennent faire le *ñayangal* comme autrefois.

La différence apparaît surtout au niveau du cheptel. Autrefois plus pauvres en bétail, les Peul du grand périmètre sont aujourd'hui un peu plus riches que les autres, surtout en ovins et bovins. Cet accroissement du cheptel, notamment d'animaux de qualité (les caprins sont moins nombreux), est à mettre au crédit de la culture irriguée. Mais nous avons vu que sa production vient surtout alléger l'exploitation, plus qu'elle ne permet d'acquérir de nouveaux animaux. Comme en 1976, les Peul des périmètres exploitent moins leur cheptel. Hors périmètres, le nombre d'éleveurs a diminué ; il y a moins de bovins, seul le cheptel ovin a légèrement progressé.

En 1978, les activités non agricoles sont principalement axées sur les petits métiers divers, trouvés dans les villages et autour des périmètres (surtout le charbon de bois à l'époque), et l'émigration. En 1992, les emplois informels ou occasionnels sont beaucoup moins fréquents. Le commerce est plus pratiqué, et doit sa progression aux revenus monétaires tirés des périmètres et investis dans de la marchandise ou le petit bétail. Parfois la récolte de riz est entièrement commercialisée et l'argent sert à acquérir un petit stock de marchandises dont l'écoulement permettra de tenir jusqu'à la prochaine récolte. Les autres activités : cueillette, artisanat, sont plus pratiquées qu'autrefois, moins toutefois que chez les Peul hors périmètres, comme en 1976.

Seize ans plus tard, l'émigration stagne ; moins de ménages ont des migrants. Le rôle du périmètre dans cette stagnation n'est pas évident. Chez les Peul

sans parcelle irriguée, l'émigration ne progresse guère également. Des migrants revenus au village n'ont pas réussi à avoir des parcelles. Des attributaires de parcelles les ont abandonnées pour migrer en ville. La culture irriguée n'a pas fait reculer l'émigration, qui reste encore faible chez les Peul.

Peu après la première sécheresse de 1972, les familles peul, moins riches en bétail, avaient essayé d'accroître leurs cultures de décrue tout en se tournant vers des activités non agricoles habituelles : commerce du bétail, charlatanisme, travail agricole (Santoir 1977). Avec la culture irriguée, la culture traditionnelle a reculé, et le cheptel a tendance à augmenter. Les activités non agricoles sont plus fréquentes, et se sont diversifiées (boutique, commerce de vivres, jardin) : de nouvelles opportunités de gains sont apparues (salaires). La stagnation de l'émigration n'apparaît pas comme une conséquence de la culture irriguée. Elle n'a jamais été l'élément central des stratégies des agropasteurs peul.

L'influence de la culture irriguée aurait pu être plus forte si le problème de l'intégration, ou même, plus simplement, de l'association de l'élevage aux cultures, avait été résolu. Il y a eu malgré tout une évolution positive. L'accroissement de l'élevage et des activités commerciales permet de penser qu'il y a eu un apport de revenus issus de la culture irriguée, sans doute irrégulier, mais substantiel.

### Périmètres et troupeaux

Vingt ans après le démarrage de la culture irriguée, les relations agriculture-élevage ne se sont guère améliorées dans la zone de Nianga. Ceci est dû aux problèmes persistants de la culture irriguée, malgré son extension. Il faut y voir aussi une conséquence des périodes de sécheresse qui, en allégeant la charge pastorale, ont rendu le problème moins urgent. Il y a également le fait que les éleveurs, Peul et non-Peul, représentent une minorité juste tolérée par les autres exploitants.

Il est symptomatique de retrouver en 1994, les mêmes problèmes évoqués par les exploitants en 1978. Problèmes généraux : le riz sauvage et la baisse de rendements, la cherté des charges, de l'endettement excessif, du retard du paiement de la récolte... Problèmes plus spécifiques aux Peul : superficie cultivées trop faible, manque de parcelles, problème de gestion au niveau des groupements<sup>21</sup>, difficultés des rapports avec les autres producteurs non-Peul (comme dans la SUMA de Tiéolé)...

Il n'y a pas eu émergence de nouvelles formes d'élevage à proprement parler. L'embouche ovine a toujours existé (sous la forme du mouton de case). Le

---

21 ...dus, dans l'ensemble, au faible taux d'alphabétisation des Peul et à l'occupation des postes de responsabilité par des notables peu aux fait des règles de gestion élémentaires. Un gros travail de formation reste à faire chez eux. Il y a également un problème propre à la société peul qui souffre, à l'évidence, d'un défaut de structure d'autorité .

recentrage de l'élevage sur le mouton n'est pas dû à la culture irriguée. Cette évolution, commencée avant, s'est amplifiée depuis la sécheresse de 1972, qui a décimé les bovins, et grâce à l'évolution du marché dakarais. Seul l'achat de plus en plus important d'aliments du bétail (tourteau d'arachide, graine de coton, son de riz), est un phénomène récent qui n'est pas à mettre au crédit de la culture irriguée.

En dehors d'une augmentation des opérations d'embouche ovine, et de l'accroissement du cheptel, les retombées de la culture irriguée sur l'élevage sont pour l'instant trop faibles. L'apport des sous-produits de la riziculture est intéressant, mais ils sont encore mal utilisés et bien insuffisants en quantité. La paille est surtout consommée sur la parcelle en saison sèche ; plus rarement stockée près des maisons, sauf par ceux qui n'ont qu'un troupeau restreint de petits ruminants. La taille des troupeaux n'est pas proportionnelle à la superficie des parcelles familiales et donc à la production de sous-produits. Leur utilisation ne peut être que collective.

Pour l'instant, les troupeaux sont emmenés pâturer sur les parcelles après la récolte selon l'ancien principe du *ñayangal*. L'herbe des canaux est également recueillie toutefois il est plus avantageux de faire pâturer les animaux dans les parcelles irriguées mais non cultivées. L'utilisation "extensive" des sous-produits est insuffisante pour alimenter tout le bétail, qui doit être entretenu dans le *jeeri* une grande partie de l'année. Le périmètre de Nianga ne produit au mieux que 3.600 tonnes de paille de riz par campagne, dont une partie est brûlée. Nous estimons le cheptel des exploitants du grand périmètre, wolof, *haalpulaaren* et peul, à 2.300 bovins et 8.500 petits ruminants environ, dont la moitié appartiennent aux Peul. Il faut également compter avec les troupeaux étrangers venus du *jeeri*.

En avril 1992, il y avait 3.000 bovins environ sur le grand périmètre. Mais avec le démarrage de la seconde campagne de riz, il n'y en avait plus que 650 en août<sup>22</sup>. Le périmètre SAED est un pâturage d'appoint, utilisable surtout en début de saison sèche.

La zone aménagée pose de gros problèmes de gardiennage, surtout avec la multiplication des casiers et des campagnes de culture. Si l'hivernage a été mauvais, il faut partir vers le sud, dans le département de Linguère. La séparation de l'élevage et des périmètres est toujours de règle.

Quant à l'influence de l'élevage sur la culture irriguée, nous avons vu qu'il est surtout négatif. Il n'intervient pas dans la restitution de la fertilité aux parcelles irriguées, ou de façon marginale. Dès 1975, on pouvait constater que les Peul installés dans le *waalo* et ayant peu de cheptel, avaient les meilleurs résultats. Cette observation est toujours valable. C'est surtout par

---

22 Lors de la saison sèche 1993 faisant suite au mauvais hivernage de 1992, le cheptel bovin dans le périmètre a varié entre 900 et 1100 têtes.

son rôle économique, que l'élevage est appréciable. Le bétail permet d'éponger certaines dettes trop criantes et pallie les insuffisances de la production vivrière irriguée. Il agit donc en tant qu'assurance de la culture irriguée, dont il amortit les à-coups.

Faire vivre le bétail, totalement ou partiellement, avec et par l'agriculture irriguée, ne relève pas de l'utopie. Il faut d'abord que la culture irriguée soit au point et bien maîtrisée, non seulement par les Peul, mais aussi par les autres paysans. Or cette culture, pratiquée depuis 25 ans tout au plus, est actuellement en pleine évolution. Plutôt que de juxtaposer aux périmètres des unités d'élevage modernes faisant appel à des techniques importées, il serait préférable de développer un élevage s'appuyant sur les systèmes agricoles existants.

Des essais de cultures fourragères irriguées<sup>23</sup> ont été effectués à titre expérimental. Les résultats ont été techniquement probants, mais on se heurte au coût de l'eau qui représente l'essentiel des charges d'exploitation. Ces cultures ne peuvent donc être destinées qu'à un élevage stabilisé, de haute productivité. Le problème est alors de savoir si cet élevage sera le fait des Peul ou d'autres opérateurs (paysans, citadins ?). Pour l'instant, dans les périmètres, la priorité des Peul, comme des *Haalpulaaren*, va à la production vivrière.

D'autres mesures seraient plus faciles à réaliser et plus urgentes : amélioration des sous-produits de la riziculture, irrigation des parcelles non cultivées pour fournir un pâturage herbacé d'appoint, baisse des prix des aliments du bétail produits dans la vallée ou à Dakar.

En attendant, les Peul des périmètres désireraient un développement mieux orienté vers l'élevage, à commencer par l'aménagement de parcelles irriguées près du *jeeri*. C'est pourquoi le projet Ngalanka<sup>24</sup>, qui intéresse au premier chef les Peul (*SoovonaaBe-Botol*, *WodaaBe*, *Ngenmdar*), est attendu avec impatience. La mise en eau du Ngalanka et l'installation de petits casiers sur ses berges, éviteraient aux Peul des déplacements trop importants. Il conviendrait de ménager des points d'abreuvement sur le marigot.

Périmètres et troupeaux sont liés par des interactions complexes. La culture irriguée favorise l'accroissement du cheptel. La production s'investit, partiellement, dans le bétail, ou permet au moins de diminuer les ventes et de capitaliser plus vite. Mais l'accumulation des animaux est une gêne pour la culture irriguée, par la non-adaptation des périmètres, les exigences du travail dans les parcelles. L'entretien d'un cheptel important est responsable de la négligence des pratiques culturelles, qui entraîne la baisse des rendements, et l'accroissement des ventes de bétail pour compenser le manque à gagner. Quand le cheptel s'accroît, il faut soit changer de type d'élevage au profit des

---

23 *Panicum maximum*, en 1992, dans le périmètre Guia 4.

24 835 ha de PIV à créer le long du Ngalanka entre Ndiayène et Ngenmdar.



ovins, animaux plus faciles à entretenir près des périmètres tout en conservant une bonne valeur marchande, soit abandonner la culture irriguée, et partir dans le *jeeri*, à moins de pouvoir créer une unité familiale spécialisée.

## CONCLUSION : DES PASTEURS EN MUTATION ?

Au début de la culture irriguée à Nianga, la SAED est venue recruter les Peul sur les terres desquels elle installait un grand périmètre. Ces derniers ont répondu faiblement à l'appel, préférant pratiquer la culture de décrue, ou se consacrer à leur cheptel rescapé de la sécheresse. En vingt ans, leur attitude s'est sensiblement modifiée alors que la culture irriguée évoluait. Les Peul comprennent maintenant que la culture irriguée peut rapporter à condition qu'on s'y consacre. Leur demande accrue en surfaces irriguées doit autant aux problèmes de l'élevage qu'à cette prise de conscience. Qu'ils soient petits éleveurs, à la recherche de nouveaux revenus, ou grands éleveurs, soucieux de préserver leur capital, leur intérêt pour les périmètres est tout aussi fort. De riziculteurs malgré eux, certains Peul sont devenus des apprentis de la culture irriguée, dont certains groupements de producteurs donnent de bons exemples, encore trop rares sans doute.

L'attrait de la culture irriguée réside dans la sécurité économique vers laquelle elle tend, l'accès à une vie plus facile (santé, éducation, infrastructure). La nécessaire sédentarisation qu'elle implique n'est pas pour déplaire aux jeunes générations. L'attrait de l'élevage fait appel aux mêmes ressorts. Le cheptel a un fort potentiel économique qui s'accroît de lui-même. Jusqu'à une époque récente, il fournissait, en outre, une part importante de la ration alimentaire. Sa possession reste le fondement de la culture peul.

Dans le secteur de la vallée considérée, il n'y a que deux spéculations qui rapportent : la culture irriguée et l'élevage. En 1994, chez les Peul, les revenus monétaires nets tirés de l'élevage sont bien supérieurs à ceux de la culture irriguée, mais celle-ci assure la nourriture. Le troupeau est toujours considéré comme un capital et non comme un facteur de production. C'est encore le seul moyen d'investissement disponible sur place. La volonté de préserver ce capital peut apparaître comme un facteur d'évolution ; elle est au moins une motivation forte.

La méfiance que suscite la culture irriguée est due aux bas rendements, à l'aspect très technique de la culture<sup>25</sup>, aux revenus instables. Le maintien de l'émigration, déjà ancienne, l'importance des activités non agricoles rémunérées, la relative faiblesse du cheptel, ne laissent pas présager d'une réussite économique particulière due à la culture irriguée peul. La conduite encore fort "traditionnelle" des troupeaux, l'absence de formes modernes d'élevage, suffisent à montrer la non intégration des activités pastorales et agricoles.

---

25 De nombreux Peul seraient favorables à ce que la SAED gère le gros matériel (pompe, tracteur...).

L'embouche est encore trop peu pratiquée, surtout chez des populations d'origine pastorale. Pour les Peul, le *waalo*, et ses périmètres irrigués, n'a pas été un refuge lors des sécheresses. La culture irriguée n'a permis que partiellement la reconstitution du cheptel perdu.

Les craintes que suscite l'agro-pastoralisme concernent l'état des pâturages naturels, la grande instabilité du milieu, la nécessité des déplacements à longue distance, la fin de la culture de *waalo*, et les incertitudes qui pèsent sur le devenir du *jeeri*.

Tous ces arguments sont pesés par les Peul dont beaucoup ne se sont pas encore clairement déterminés. Ceux des périmètres sont encore trop proches du monde pastoral. Malgré les sécheresses et la baisse de l'activité pastorale dans la vallée, ils ont encore d'autres choix que de devenir des paysans. Dans certaines stratégies individuelles, la culture irriguée n'est pas une fin en soi ; elle n'est qu'une étape vers le retour à un système d'exploitation plus pastoral. Cependant, la culture irriguée agit comme un facteur de "dépastoralisation", susceptible de transformer, à terme, les pasteurs en éleveurs, non pas tant par les contraintes qu'elle impose, que par l'ouverture qu'elle offre sur des activités diversifiées, un comportement économique différent. Les effets induits par la culture irriguée sont plus importants que les effets programmés. C'est la "face cachée" des périmètres qui finalement importe.

La faible évolution actuelle de l'élevage dans la zone dépend plus de la spécialisation de l'irrigation dans la vallée, et de l'absence de projet dans le *jeeri*. Les Peul seraient prêts à appuyer tout programme d'élevage qu'ils pourraient contrôler. Ils attendent toujours qu'on leur donne la possibilité d'intégrer l'agriculture et l'élevage, intégration à laquelle ils sont attachés ; les divers modes d'adaptation des systèmes d'élevage aux nouvelles conditions du *waalo* le prouvent. La question du développement n'est pas de savoir si les Peul "méritent" des aménagements très coûteux, mais si les aménagements méritent les Peul, c'est à dire s'ils sont capables d'intégrer des exploitants qui ont une longue pratique de l'agro-pastoralisme. Ils ont beaucoup à apporter à une nouvelle conception de l'aménagement de la vallée. Faut-il rappeler, pour finir, que, contrairement aux *Haalpulaaren*, engagés dans une émigration généralisée et membres de réseaux internationaux complexes, les Peul ont des stratégies essentiellement locales, tournées vers la vallée. Ils sont par conséquent plus sensibles aux problèmes de "mal développement".

□ □ □

BIBLIOGRAPHIE

□ Barral (H.) - 1982 - Le Ferlo des forages. Gestion ancienne et actuelle de l'espace pastoral. *ORSTOM, Dakar, 85 p. multigraph.*

□ Houssard (L.) - 1991- L'embouche ovine dans la région de Podor. *ISTOM, Paris, Mém. de fin d'études, 93 p.*

□ Lericollais (A.), Diallo (Y.) - 1980 - Peuplement et cultures de saison sèche dans la vallée du Sénégal. *ORSTOM, Cartes B et C, notice n° 81.*

□ Nuttall (Ch.) - 1989 - Occupation de l'espace, mutation et développement dans la moyenne vallée du Sénégal. cas de l'arrondissement d'Ouro-Sogui, département de Matam, Sénégal. *Thèse de doctorat, Univ. de Rouen, 459 p., 6 cartes h. t.*

□ Santoir (Ch.) - 1983 - Raison pastorale et développement. Les problèmes des Peul sénégalais face aux aménagements. *Travaux et Documents de l'ORSTOM, n° 166, 185 p.*

□ Tourrand (JF), Jamin (JY.), Landais (E.), Ly (C.) - 1985- L'élevage dans les systèmes de production du delta du fleuve Sénégal. *CIRAD - ISRA, Centre de St Louis, 123 p.*

□ □ □



# Irrigation et économie domestique dans la moyenne vallée du Sénégal : premiers enseignements de l'enquête

□ □ □

C. Z. Guilmoto\* et P. D. Diouf\*\*

\* Démographe ORSTOM, Paris.

\*\* Démographe, Division des Statistiques Démographiques, Direction de la Prévision et de la Statistique, Dakar

Après plus de vingt ans d'aménagement dans la moyenne vallée, nous disposons aujourd'hui du recul suffisant pour évaluer l'impact de l'irrigation sur les pratiques économiques. Nous présentons ici les premiers résultats d'une recherche sur ce thème conduite à partir de 1992 dans le département de Podor<sup>1</sup>. Les données des trois passages réalisés n'ayant pas été encore exploitées systématiquement, nous nous limiterons dans ce document d'étape à un premier bilan économique de la région d'enquête, afin de fournir une "photographie" de la moyenne vallée, plus contrastée que le seul panorama de la zone fortement irriguée de Nianga. L'exploitation statistique des données économiques concernant les ménages disposant de parcelles irriguées viendra compléter cette description générale, et nous conduira en conclusion à quelques observations sur la rentabilité des cultures irriguées.

Il apparaît important d'évoquer en premier lieu la nature des questionnements qui ont suscité ce travail, et le cadre des réflexions dans lesquelles il prend place. L'attention portée au fleuve Sénégal est ancienne, et les travaux à son sujet nombreux. Une première partie replacera la situation contemporaine dans son cadre évolutif, en insistant sur les liens existant entre les comportements migratoires et les conditions économiques régionales. Une seconde partie, plus détaillée, sera consacrée aux résultats des premières analyses de l'enquête de 1992 qui offrent une vue d'ensemble de la situation actuelle dans la moyenne vallée, et mettent en évidence quelques uns des facteurs conditionnant le développement de l'agriculture irriguée.

---

1 L'enquête "Démographie et développement dans la moyenne vallée du Sénégal" est le fruit d'une collaboration entre l'ORSTOM et la Direction de la Prévision et de la Statistique. Les opérations de terrain ont été financées par l'ORSTOM (Département M.A.A.) ; les membres de l'équipe ont bénéficié par ailleurs d'un soutien du réseau Démographie de l'AUFELF/UREF.

## L'ÉVOLUTION DES CONDITIONS DÉMO-ÉCONOMIQUES DANS LA MOYENNE VALLÉE

A la fin de l'époque coloniale, l'agriculture pratiquée le long du fleuve se distinguait du système fondé sur la rotation arachide/mil, dominant ailleurs au Sénégal. Dans la moyenne vallée, les systèmes cultureux étaient avant tout caractérisés par les cultures de décrue (cultures de *waalo*), dépendantes de l'inondation annuelle du lit majeur du Sénégal. Comme ailleurs en Afrique tropicale, les irrégularités saisonnières du débit fluvial avaient permis l'exploitation des vastes terroirs situés en bordure de fleuve, tandis que la culture sous pluie pratiquée pendant l'hivernage (cultures de *jeeri*) occupait une place complémentaire. Le cadre politique et écologique du complexe économique traditionnel, incluant les pêches, l'élevage et l'artisanat, a été fréquemment décrit, d'autant qu'il offrait l'image séduisante d'une organisation productive équilibrée par sa propre diversification (Boutillier et Schmitz 1987).

Depuis des décennies, ces modes de faire-valoir anciens semblaient pourtant en déclin et dépourvus du dynamisme rencontré ailleurs, du fait notamment du développement de l'agriculture spéculative. A la veille de l'indépendance nationale, les travaux de la MISOES, joints à ceux de A. B. Diop (Boutillier *et al*, 1962 ; A. B. Diop, 1965, Voir également Minvielle, 1985 et Delaunay, 1984), permirent de mieux cerner une des composantes supplémentaires de l'économie régionale, à savoir l'émigration. Les études ultérieures, menées durant une période marquée par des transformations rapides, ont enrichi notre connaissance du phénomène migratoire, et notamment de son "articulation avec les modes de production pré-capitaliste et capitaliste" rencontrés au Sénégal (pour reproduire la terminologie de l'époque). Le cadre d'interprétation le plus sévère considérait que la région du fleuve, périphérie vulnérable du dispositif mondial, était soumise à une brutale déstructuration sous l'effet du développement capitaliste. La "crise" d'alors découlait de la traite atlantique et de la pénétration marchande. Mais une analyse moins rigide indiquait que le système de production traditionnel, peu affecté par l'économie mondiale, côtoyait sans heurt un système plus ouvert au marché du travail (principalement urbain) de type capitaliste. La main-d'oeuvre du Fouta, du moins la population active masculine libre de ses mouvements, a donc accédé très tôt à des emplois urbains (*liggeey tubaab*, travail des Blancs), dont le régime était fort différent des travaux saisonniers, autrefois accomplis par les *FuutankooBe* dans le bassin arachidier (*duumal gerte*)<sup>2</sup>.

L'origine de la migration est à rechercher dans l'instauration, lors de l'époque coloniale, de l'impôt, qui provoqua artificiellement un déficit monétaire dans

---

2 Le "navétanat", migration vers les zones arachidière en période d'hivernage, a sans doute beaucoup moins touché les populations du Fouta que celles d'autres régions du Sénégal ou limitrophes. (David, 1980).

une économie non marchande. Les productions commerciales locales, écoulées par l'économie de traite, étaient insuffisantes pour générer les revenus nécessaires. Le caractère saisonnier du travail agricole et les fréquentes périodes de sous-emploi autorisaient des mouvements migratoires temporaires de main-d'oeuvre hors du Fouta ; du fait des crises récurrentes de l'économie agricole (mauvais hivernages, crues insuffisantes, ravages dus aux acridiens *etc.*), la main-d'oeuvre pouvait également se libérer en cas d'échec des cultures.

Ce que l'impulsion migratoire première indique, au delà de la pénétration coloniale et du désenclavement progressif imposé à l'économie rurale de la vallée, c'est la difficulté rencontrée par les autorités coloniales à recruter la main-d'oeuvre et mettre sur pied une économie extravertie (Boserup, 1990, Hyden, 1986). La raison structurelle de cet obstacle, l'absence d'un surplus de main-d'oeuvre en zone rurale, dérivait notamment du faible état de développement de l'appareil productif, et de la disponibilité en terres cultivables. Les études s'accordent sur ce point ; en dépit des inégalités lignagères qui déterminaient un accès différentiel à la terre (de *waalo* notamment), la taille des exploitations suivait de près la taille des ménages, et celle de leur main-d'oeuvre agricole. La pression foncière semblait donc relativement modeste, en dépit de la progression démographique concomitante à la colonisation et de ses éventuelles conséquences sur le rendement décroissant des terres marginales mises en culture<sup>3</sup>. Cette dernière observation est importante, car les migrations, d'une ampleur considérable, relevées dès les années cinquante, ne correspondaient pas à l'effet mécanique de saturation historique des terroirs, phénomène très fréquemment identifié hors d'Afrique.

Quand survint la sévère crise climatique des années soixante-dix, due à une baisse radicale de la pluviosité, les populations du fleuve recoururent à leur "bras urbain" pour pallier les déficits graves des systèmes de production. La migration a donc parfaitement joué son rôle dans la diversification économique des ménages de la moyenne vallée, leur permettant de bénéficier des revenus gagnés en ville, restés indemnes à cette époque. Mais cette fois-ci, l'insuffisance de la production régionale devenait manifeste, et les déplacements répondaient moins à des besoins monétaires complémentaires qu'à un déclin brutal du système traditionnel.

L'irrigation, que l'Etat a introduite dans la vallée avant la grande sécheresse, représente en quelque sorte une réponse alternative, "boserupienne", aux difficultés de la production traditionnelle fondée sur la crue et la pluie, gravement affectée par la sécheresse. Elle a donc été perçue par les observateurs

---

3 Les études ont pourtant souvent évoqué le caractère "limité" des surfaces cultivables en décline (les terres de jeeri ne faisant guère défaut). Mais la taille moyenne des champs cultivés et sa variabilité selon le nombre de bras dans la famille suggère au contraire une relative disponibilité, en dépit des contraintes foncières ou physiques. Y. Guèye (1957) affirmait pour sa part, sans être toutefois fort persuasif, que la tendance au morcellement de la propriété foncière était responsable au Fouta de l'émigration.

extérieurs en premier lieu comme un antidote à l'hémorragie migratoire, car l'intensification d'une production essentiellement commerciale (riz et autres) devait régénérer l'économie paysanne. Toutefois, depuis les années quatre-vingt, les observateurs ont apporté de nombreuses réserves à l'optimisme des aménageurs qui désignaient le fleuve Sénégal comme le pôle de croissance emblématique des campagnes sénégalaises (Lavigne-Delville 1991, Crousse *et al.*, 1991 Diemer et van der Laan, 1987). Les analyses qui suivent seront précisément consacrées à l'évaluation du rôle de l'irrigation dans les systèmes agricoles, et de sa productivité spécifique.

## L'ENQUÊTE "DÉMOGRAPHIE ET DÉVELOPPEMENT"

C'est dans ce contexte rapidement décrit qu'est intervenue notre enquête, dont nous allons présenter de premiers résultats synthétiques. Son principal objectif était de donner un panorama représentatif et quantitatif de l'état des ressources économiques dans le Fouta, en s'appuyant avant tout sur les pratiques économiques et démographiques de la population. L'enquête conduite en 1992 et 1993 a permis un suivi démo-économique d'un échantillon de plus de 8.000 habitants, répartis en douze localités (ou grappes statistiques) représentées sur la figure 1. Un des avantages de cette procédure est notamment de rassembler des terroirs souvent très distincts, et de limiter ainsi les effets aléatoires des enquêtes monographiques. Nous ferons essentiellement usage dans ce document des informations contenues dans le module économique de l'enquête<sup>4</sup>.

L'unité de base du module économique est ici le *fooyre* ("cuisine" ; *pooye* au pluriel), c'est-à-dire l'équivalent le plus proche du ménage économique ou de l'exploitation agricole ; elle s'insère entre le groupe conjugal, de taille plus restreinte, et la concession qui inclut parfois plusieurs "cuisines" séparées<sup>5</sup>. Il serait téméraire de prétendre qu'il s'agit là d'une unité socialement stable, et dont les contours ne présentent aucune ambiguïté dans leur définition. Toutefois, la détermination bureaucratique de l'exploitation agricole, utilisée de manière cruciale lors de l'attribution des parcelles irrigables, se fonde sur le *fooyre*, en sorte que l'on pourrait dire que l'Etat interpelle les paysans en tant que *fooyre*. Cette définition reçoit donc une importante sanction officielle, et toutes les informations présentées ici s'y rapportent.

Nous présentons tout d'abord quelques premières indications globales sur l'ensemble de l'échantillon. La part déclinante des cultures traditionnelles, en même temps que l'émergence rapide de la culture irriguée sont bien résumées

---

4 Pour une description des protocoles d'enquête et des résultats plus complets, voir Diouf et Guilmoto (1994 : 11-42)

5 D'anciennes enquêtes (MISOES *etc.*) oscillent dans leurs usages entre la concession (*galle*, ou "carré") et des ménages mal définis, mais les travaux plus récents (OMVS, Minvielle *etc.*) ont adopté le *fooyre* comme unité de référence





<b>Confort</b>	
disposent de latrines aménagées	3,7%
disposent de murs en "dur"	5,7%
possèdent un transistor	67,9%
possèdent un cheval	26,8%
<b>Cultures traditionnelles</b>	
pratiquent la culture de décrue (waalo)	46,6%
pratiquent la culture pluviale (jeeri)	22,5%
<b>Cultures irriguées</b>	
disposent de parcelles irriguées	70,3%
dont Périmètres Irrigués Villageois (PIV)	63,5%
taille moyenne de la parcelle irriguée	49,9 ares
dont production moyenne de paddy	18,7 sacs
dont production moyenne de tomates	120 caisses
<b>Autres activités professionnelles</b>	
pratiquent la pêche	3,5%
pratiquent l'artisanat (traditionnel)	9,1%
vendent du bétail	25,6%
pratiquent le commerce (sauf bétail)	16,8%
disposent d'un emploi salarié non agricole	15,5%

**Tableau 1 : répartition des ménages de l'échantillon selon diverses caractéristiques socio-économiques**

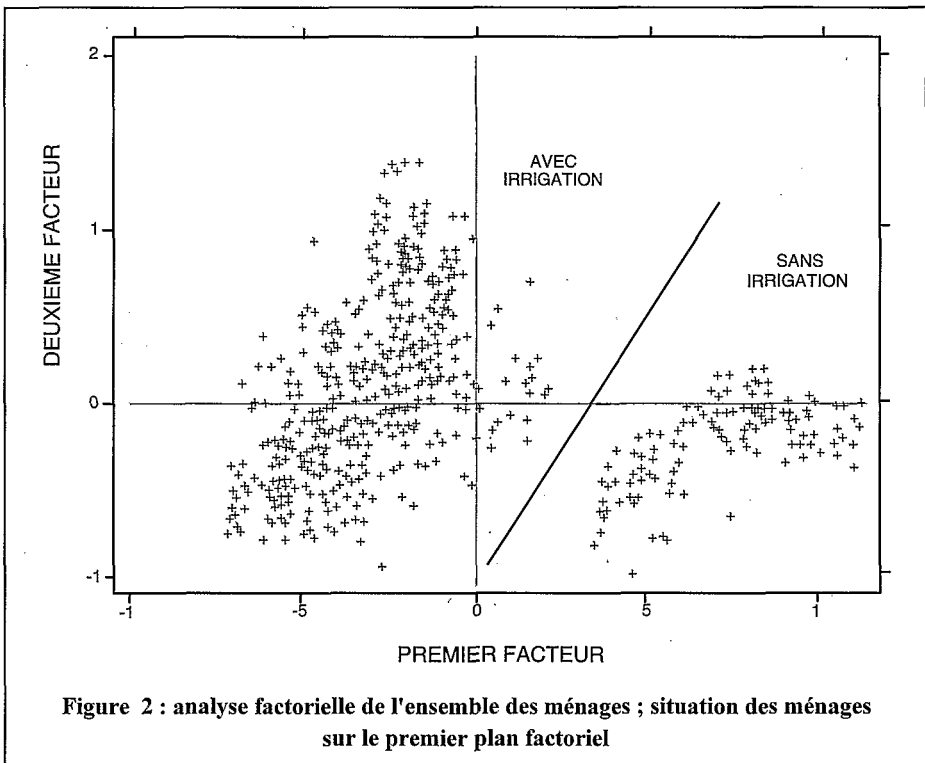
note : échantillon de 888 ménages

Comme on le voit par ailleurs, en examinant le rôle joué par les activités non agricoles en bas du tableau, spécialisation professionnelle et diversification des activités coexistent dans la moyenne vallée, en sorte que l'on rencontre aussi bien des ménages à vocation unique que d'autres pratiquant largement la pluri-activité. Cette configuration dissuade d'entreprendre, dans l'exploitation de nos données, la division des unités économiques selon les catégories traditionnelles de l'analyse économique régionale (élevage, culture spéculative *etc.*). Ce qui suit ne sera donc pas le catalogue statistique exhaustif de l'échantillon analysé selon les dizaines de variables économiques recueillies. Au contraire, les données du premier passage en février 1992 seront interrogées de manière globale au moyen d'analyses factorielles<sup>7</sup>. Le but de l'analyse factorielle est de mettre en évidence l'ensemble des concordances statistiques, dimensions sous-jacentes (nommées "axes d'inertie") qui structurent l'univers observé ; il s'agira ici de reconstituer la diversité des options économiques recensées parmi les ménages de notre échantillon.

7 Nous ne pouvons prendre ici en compte les données collectées lors des passages successifs de l'enquête. Ne se fondant par conséquent que sur un unique relevé, les présentes observations conservent un caractère assez fragile en raison de la flexibilité des systèmes productifs. Pour une analyse plus exhaustive, cf. Diouf et Guilloto (1994 : 43-54 et 63-73).

De nombreuses variables ont ici un caractère strictement qualitatif ; les pratiques économiques se définissent notamment par certaines orientations (type d'irrigation, pratique de la culture pluviale *etc.*) dont la quantification serait impossible, ou de maigre fiabilité comme par exemple la superficie, très généralement ignorée, des terres exploitées en *waalo* ou en *jeeri*. L'importance de ces variables catégoriques, la plupart à modalité dichotomique, nous conduit à une analyse factorielle des correspondances, après avoir procédé à une disjonction des quelques variables disponibles qui soient authentiquement quantitatives (production irriguée, taille des troupeaux *etc.*). Les variables participant à l'analyse factorielle (variables "principales") sont les variables économiques, dont certaines, par trop redondantes, ont été éliminées. Les autres variables, en tant que variables "supplémentaires", ont été confrontées *a posteriori* aux modèles factoriels, sans toutefois avoir joué de rôle dans leur détermination. Pour des raisons d'espace, elles ne seront pas nombreuses ici<sup>8</sup>.

### LE FOUTA EN 1992-93 : VISION D'ENSEMBLE



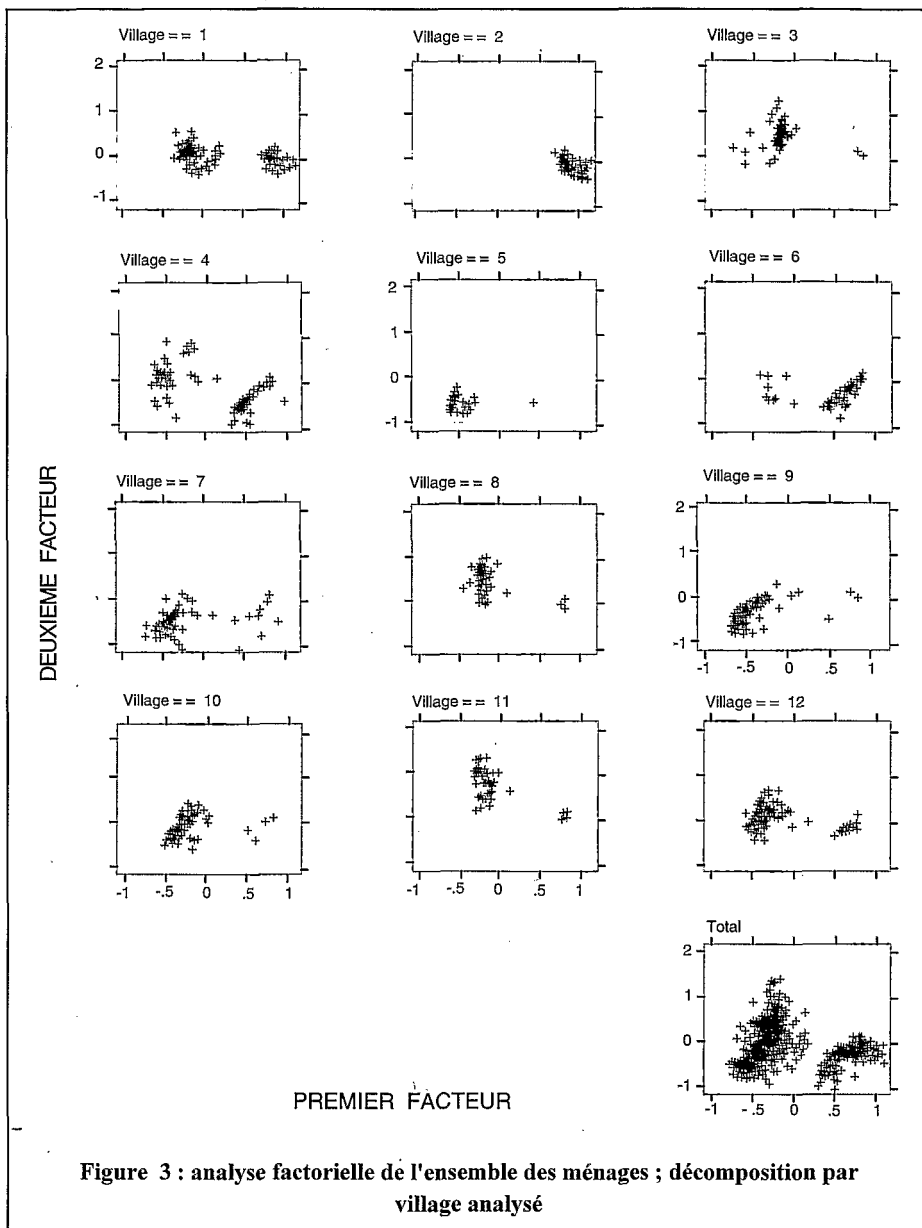
La première analyse factorielle a pris en compte l'ensemble des 888 ménages recensés en 1992, pour lesquels les données ont pu être consolidées par les

8 La liste descriptive des variables employées est reproduite en annexe 1.

passages ultérieurs. Les résultats de l'analyse factorielle sont brièvement résumés par la figure 2 du premier plan factoriel qui représente la position respective des différents ménages. Très distinctement, l'univers économique se décompose en deux groupes de ménages, dont le premier axe factoriel, celui des abscisses, est le caractère discriminant. Cet axe oppose l'accès à l'irrigation (à gauche) à l'absence d'irrigation d'aucune sorte (à droite) de manière tout à fait discontinue. Le second axe oppose, au contraire, la pratique de l'agriculture traditionnelle et la vente de bétail (en bas) à l'irrigation à grande échelle (en haut).

Les variables principales s'opposent donc facilement en trois pôles. Le pôle des "grands irrigants" dans le quart nord-ouest se caractérise par les plus fortes productions irriguées, sur les plus grandes surfaces, *etc.* Le quart sud-ouest est occupé par les ménages disposant de PIV de plus petite taille, et qui pratiquent par ailleurs l'agriculture traditionnelle, notamment les cultures de décrue et de berge. Le quart sud-est rassemble les ménages sans aucune irrigation, mais également ceux possédant les plus grands troupeaux, notamment de bovins. Le dernier quart ne compte heureusement que peu de ménages, car il ne se caractérise par aucune détermination positive de l'activité économique du ménage. On peut donner de cet inventaire différentes lectures, mais à titre provisoire, quelques observations suffiront. Les trois pôles en question mettent en lumière la géographie économique du Fouta et l'hétérogénéité marquée de ses exploitations. Ces dernières s'ordonnent donc selon ces trois dimensions que nous qualifierons ainsi (pour simplifier) : élevage sans culture, PIV et cultures traditionnelles, grande irrigation. Parmi les variables "supplémentaires", on notera que la variable confort (habitat et patrimoine du ménage) va en progressant en suivant les trois orientations économiques citées ; quoique la liaison soit statistiquement faible, cette variable reflétant l'aisance matérielle des ménages accompagne logiquement le degré d'intensification productive, du nomadisme pastoral à la culture irriguée.

Nous observons dès à présent que les "privilegiés" de Nianga, avec leur fort potentiel agricole, sont isolés à l'intérieur de notre espace d'étude élargi à la moitié du département de Podor. Leur particularité ressort mieux sur la figure 3, où les ménages des différents villages sont représentés séparément. Les villages 3, 8 et 11, qui bénéficient de grands aménagements, sont placés à l'écart des autres sur le plan factoriel, notamment le seul de l'échantillon à être à proprement parler dans la zone de Nianga (village 11). Les trois villages 5, 7 et 9, situés sur l'île à Morphil, une région de *waalo* encore très enclavée, sont également proches sur le premier plan factoriel. Avec le village 2, situé dans le *jeeri* loin du fleuve, ces premières localités font preuve d'une très forte homogénéité interne. L'analyse de la variance des deux premières variables factorielles en apporte la confirmation : la variance inter-village est très forte



entre les douze localités et représente respectivement 55,6% et 67,3% pour chaque axe factoriel. La variance est au contraire relativement très modérée à l'intérieur des grappes. Comme on le voit sur la figure 3, les derniers villages (1, 4, 6, 10, 12) occupent des positions souvent intermédiaires et leurs ménages sont partagés entre les deux essaims de la figure 2 ; on remarquera que ces derniers se trouvent tous, à une exception près, situés le long du "goudron", à

savoir la grand-route reliant Saint-Louis à Bakel qui marque le frontière entre les zones de *waalo* et celles de *jeeri*.

sans irrigation

La configuration générale du nuage des points ne suggère pas de progression ; la présence d'irrigation constitue un tel saut qualitatif dans notre examen qu'il est possible d'en faire un critère de classement *a priori* de l'échantillon étudié, distinguant ceux qui irriguent (70,3% de l'ensemble) du reste des ménages. Nous avons par conséquent repris l'analyse après partition selon le premier axe ("présence d'irrigation vs grand troupeau"), et formé, selon la présence d'irrigation, deux sous-ensembles de ménages qui sont maintenant examinés séparément.

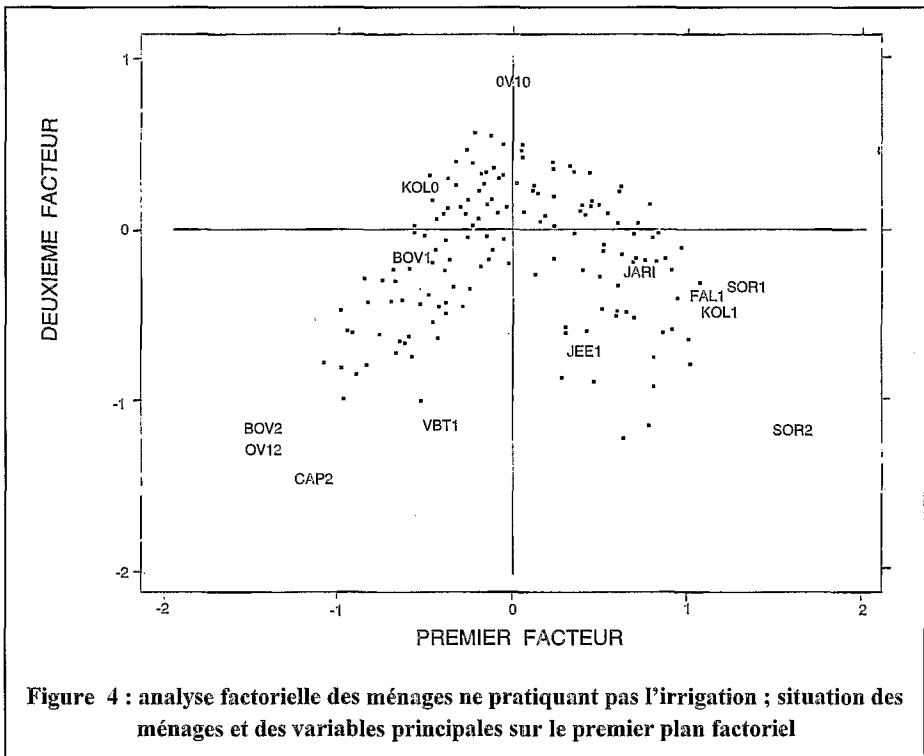


Figure 4 : analyse factorielle des ménages ne pratiquant pas l'irrigation ; situation des ménages et des variables principales sur le premier plan factoriel

L'analyse factorielle des ménages dépourvus de culture irriguée offre un résultat disparate porté sur la figure 4. Le nuage de ces 264 ménages qui ressemble à un V renversé (effet "Guttman"), est presque démunie de centre de gravité, c'est-à-dire de ménages "moyens". Le premier axe oppose le grand élevage (à gauche) aux cultures de décrue et de berge, tandis que le second distingue les éleveurs qui déclarent avoir vendu des bêtes (en bas), des ménages sans cheptel (en haut). On interprétera ces résultats en observant d'abord les ménages situés au sommet du V renversé ; ces ménages se caractérisent

par leur bas niveau d'activité, car ils sont sans troupeau, ni culture, ni autre activité productive marquante. On peut penser qu'il s'agit là de ménages entièrement dépendants, vivant de la famille émigrée ou de la solidarité villageoise. Le travail agricole à l'extérieur, réputé gratuit, est assez fréquent chez ces sans-ressources. Ces derniers regroupent également des ménages qui, pour des raisons exceptionnelles, n'ont rien récolté l'année précédant notre enquête ; leur cas est alors en partie atypique.

Les deux branches du V renversé symbolisent deux systèmes d'activités distincts. La culture de décrue, de berge, ou sous pluie, constitue le premier, tandis que l'élevage et le commerce du bétail constituent le second. On notera que les cultures du *waalo* sont, en moyenne, plus rares parmi ces 264 ménages, que parmi les ménages disposant d'irrigation ; ils sont ainsi moins de 30% à cultiver en décrue (les champs *kolaaDe*), contre 54% parmi ceux qui disposent de parcelles irriguées. L'alternative entre élevage et culture n'est guère optionnelle, car les caractéristiques du terroir dictent les choix qui s'imposent. Les caractères s'opposent donc distinctement parmi ces ménages comme le suggèrent les deux branches du nuage. Ainsi, les ménages pratiquant la culture de décrue (à droite) possèdent en moyenne moins d'un bovin, alors que les autres en possèdent plus de huit. Les habitants du *jeeri* (à gauche sur la figure 4) s'adonnent en revanche massivement à l'élevage, car ils peuvent étendre loin vers le sud (Sine-Saloum) les zones de transhumance des bovins pour pallier les déficits pluviométriques qui mettent en danger les pâturages coutumiers ; les troupeaux peuvent alors atteindre des tailles considérables, mais cette orientation place cette partie de l'échantillon dans une situation radicalement différente de celle des ménages d'agriculteurs. En outre, leur activité pastorale est souvent exclusive, leur forte mobilité saisonnière rendant difficile l'exercice d'autres professions ou la pratique de l'irrigation. Les terroirs paysans, pour leur part, ne disposent pas d'une souplesse d'adaptation comparable à celle des groupes Peul, et les cultures traditionnelles restent ici la principale ressource pour ceux qui sont, à titre permanent ou passager, privés de parcelles irriguées ; on notera toutefois que les autres activités non agricoles (notamment l'artisanat et le commerce) offrent des ressources supplémentaires aux ménages sans troupeau.

### Avec irrigation

Le second groupe est le plus important, puisqu'il rassemble plus de 70% de notre échantillon. Sur le graphique (figure 5), issu d'une nouvelle analyse factorielle des correspondances restreinte à ces ménages, on reconnaît une répartition triangulaire, avec un centre de gravité bien marqué ("ménages moyens"). La définition des axes est la suivante : le premier oppose, de gauche à droite, la grande irrigation à la petite irrigation jointe aux cultures traditionnelles, tandis que le second distingue les grands troupeaux (bovins, ovins, caprins) situés vers le haut du graphe, des autres, situés vers le bas.

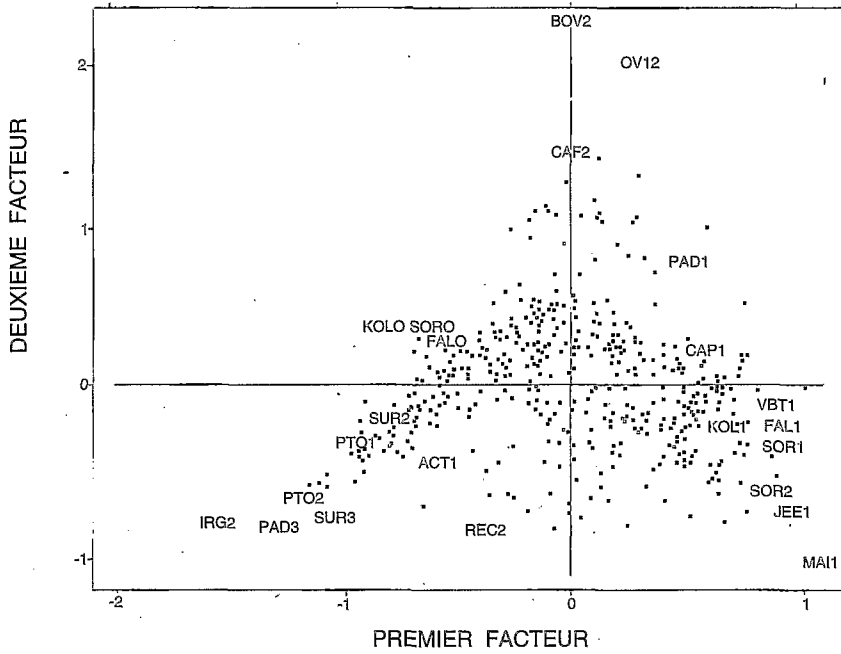


Figure 5 : analyse factorielle des ménages disposant d'irrigation ; situation des ménages et des variables principales sur le premier plan factoriel

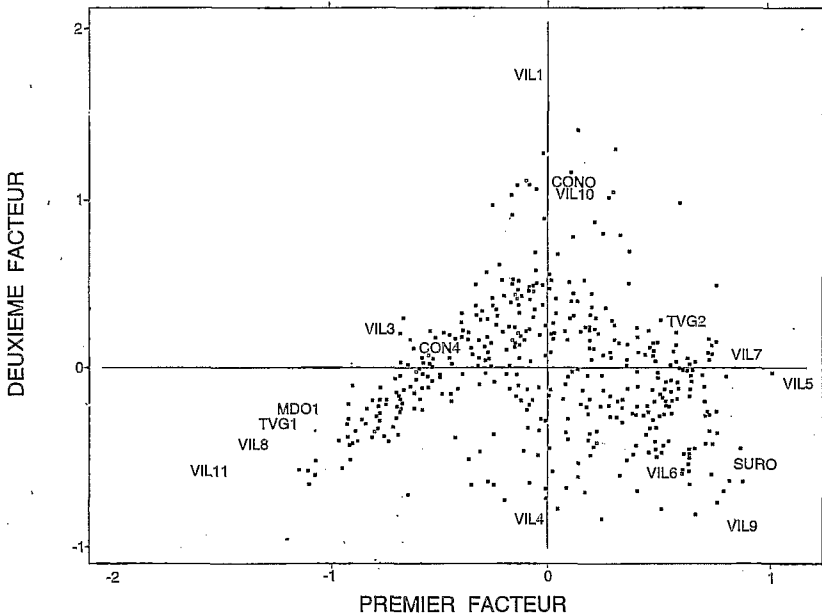


Figure 6 : analyse factorielle des ménages disposant d'irrigation ; situation des ménages et des variables supplémentaires sur le premier plan factoriel



Pour examiner cet ensemble, nous allons considérer les extrémités du triangle qui représentent les trois types idéaux d'exploitations, et ce, selon un degré de confort croissant, qui correspond schématiquement à la prospérité des ménages. Le sommet supérieur de ce triangle est faiblement représenté, car il correspond aux grands éleveurs qui sont peu nombreux parmi les exploitations disposant d'irrigation, sinon dans les villages 1 et 10 en bordure de *jeeri* et à peuplement peul<sup>9</sup>. Le sommet de droite rassemble la petite irrigation déjà identifiée. On peut la définir ici avec plus de précision. Elle correspond aux parcelles les moins étendues, cultivées une seule fois par an pour une production plus faible. D'autres caractéristiques s'y rattachent ; ces parcelles sont réservées au riz, ce qui, outre la prudence de ces petits paysans face aux risques des cultures commerciales, souligne l'importance de leur demande en vivres. Celle-ci se trouve d'ailleurs confirmée par l'attachement aux cultures anciennes : *waalo*, *falo* et même *jeeri* quand l'hivernage le permet, avec des productions assez fréquentes de sorgho, voire de maïs, dans ces *pooye*. Cet attachement n'a rien de sentimental, d'autant que la crue et la pluie sont désormais des éléments plus fluctuants que le cours du riz ; la diversification des champs vivriers est justifiée par la productivité limitée des petits PIV de la moyenne vallée, notamment de l'île à Morphil jusqu'alors peu favorisée par la manne aménagiste et dont l'enclavement défavorise l'écoulement des cultures commerciales. La dernière partie de ce travail revient plus en détail sur ces questions.

Enfin, le dernier sommet du triangle, situé à sa base gauche, désigne les exploitations irriguées les plus productives de la région, en même temps que celles dotées du meilleur confort. Celles-ci s'ordonnent régulièrement selon le volume des productions, le nombre de récoltes par an (deux en général), la diversification des cultures et la superficie disponible. Il s'agit avant tout des ménages ayant accès à des grands périmètres (Nianga), et à des moyens mécanisés à différentes étapes de la production. Le recours à la main-d'oeuvre extra-familiale se fait avant tout de manière communautaire, entre voisins et cousins, par échange mutuel de main-d'oeuvre gratuite. On note de plus, parmi ces grands exploitants, la forte fréquence d'autres ressources (emplois modernes, artisanat et commerce, retraite). La présence de main-d'oeuvre rétribuée, attestée par ailleurs pendant certaines périodes (récolte) dans cette zone, n'apparaît pas ici et il pourrait s'agir d'un défaut d'enquête. Ces ménages se caractérisent également par une plus grande fréquence de la culture de la tomate ; son rapport peut être élevé, en dépit des risques associés à cette culture dont la filière est "verrouillée" par quelques sociétés. Il s'agit en effet d'une culture contractuelle, et les paysans exclus du marché doivent s'en remettre à leurs commanditaires. Le marché des oignons, qui a moins de

9 Seul 3,7% de l'ensemble possède au moins 10 bovins ; des pourcentages identiques caractérisent les grands troupeaux de moutons ou de chèvres (20 têtes ou plus).

débouchés, est toutefois plus ouvert, les agriculteurs cédant le plus souvent leur récolte à des acheteurs venus de l'extérieur.

### Quelques remarques sur la production irriguée

La catégorie des "grands irrigants" attire l'attention à plus d'un titre, car ces derniers représentent, pour une part de la paysannerie de la moyenne vallée, une perspective possible si le rythme des aménagements se maintient. De plus, pour le reste du Sénégal, ces exploitants sont susceptibles d'exporter leur forte production hors de la vallée et de réduire la part des importations alimentaires du pays. Il est donc intéressant de se pencher plus longuement sur leur cas, en adoptant cette fois-ci un point de vue plus analytique, d'autant que leur rôle est central dans la zone de Nianga. Il s'agit alors d'isoler les conditions de l'intensification agricole et notamment d'évaluer les effets d'échelle propres à la gestion d'exploitations irriguées de taille diverse. On cherchera notamment à dégager la part respective des contraintes physiques (surface disponible), et des facteurs de production.

Nous partons ici des volumes produits par les exploitants en chiffres bruts pour le paddy, la tomate et l'oignon. Ceci signifie que notre analyse ne tient pas compte ici des coûts d'exploitation que l'on sait particulièrement élevés pour la culture irriguée. Il s'agit, par rang décroissant d'importance, du fonctionnement des pompes (notamment le carburant), des engrais et des produits phytosanitaires, et enfin du coût de la main-d'oeuvre et des semences. Ces informations sont pour le moins difficiles à collecter en raison de la nature de notre enquête ; une unité de mesure plus appropriée serait en réalité le groupement de producteurs dans son ensemble, au prix néanmoins d'une très faible représentativité globale. Le volume de la production nette doit donc être tenu provisoirement pour proportionnel au volume brut des récoltes déclaré lors de l'enquête, ce qui est tout à fait théorique<sup>10</sup>. En raison des différentes cultures en présence (paddy, tomates et oignons), les productions ont été rapportées à leur prix moyen par unité récoltée : 6.800 Frs CFA pour le sac de riz (prix réglementaire de la SAED), 1.000 Frs CFA pour la caisse de tomates et 3.000 Frs CFA pour le sac d'oignons. Nous avons adopté ici une grille de prix assez avantageuse, mais nous reviendrons plus loin sur les fluctuations affectant les cours. On obtient finalement un indice de valeur brute de la production en additionnant les valeurs des différentes récoltes. Ce chiffre, qu'on assimilera à la valeur totale du produit agricole, servira de base à notre examen de la productivité.

Une première analyse, par régression linéaire, montre, comme on peut s'y attendre, que la surface irriguée disponible par ménage est le premier détermi-

---

10 Pour diverses analyses de coûts, avec les limites mentionnées quant à leur représentativité, voir Lavigne Delville (1991), Engelhard et Ben Abdallah (1986) et Diemer et van der Laan (1987). En 1993, lors du troisième passage, une tentative a cependant été faite pour estimer la part de la production ou la somme correspondant aux coûts de production globaux.

nant de la valeur totale de la production, et cette variable explique 40% de la variance observée. Le même modèle, en prenant la valeur logarithmique des variables, s'avère beaucoup plus efficace ( $r^2=0,66$ ) et sera donc repris ultérieurement. On notera que cette équation logarithmique conduit à un rendement monétaire (c'est-à-dire le rapport Valeur/Surface) très légèrement croissant en fonction de la surface<sup>11</sup>. Le reste des écarts observés dans l'analyse de la valeur de la production est attribuable à un large choix de facteurs : choix culturels opérés, aléas productifs (et climatiques), rendements différentiels, *etc.*

Pour éliminer l'effet mécanique des superficies sur les volumes récoltés, nous avons examiné les chiffres de rendement en rapportant la valeur brute de la production à la surface disponible : la moyenne de l'échantillon est de 3500 Frs CFA par are, pour les 599 ménages retenus pour l'analyse. Ce chiffre global masque à son tour d'importantes disparités parmi les exploitations : le coefficient de variation s'élève à 70 % du rendement moyen. Les questions sur la rentabilité de la culture irriguée se posent ici : la taille des exploitations, fortement variable comme il a été précédemment montré, est-elle un déterminant positif ou négatif de la productivité agricole ? Plus concrètement, la question est de savoir par quels mécanismes (choix culturels, économies d'échelle, *etc.*) les grandes exploitations peuvent compenser les rendements éventuellement décroissants.

surface irriguée	nombre de ménages	rendement moyen	jeeri	cultures pratiquées		main-d'o extérieurement	nbre moy d'adultes	rendement par adulte
				tomates	oignons			
1-19 ares	142	3,3	21,8%	5,6%	2,1%	4,2%	2,7	1,35
20-39 ares	218	3,1	25,7%	10,5%	2,8%	16,5%	3,3	1,11
40-79 ares	133	4,0	9,0%	60,9%	17,3%	49,6%	3,8	1,27
80 ares et plus	106	4,0	6,6%	62,3%	34,0%	82,1%	4,4	1,15
total	599	3,5	17,7%	29,7%	11,3%	32,5%	3,5	1,21

note : \* rendement (ou valeur produite par are) en milliers de CFA par are.  
 \* cultures et main-d'oeuvre en pourcentages de ménages concernés (par classe de superficie).  
 \* rendement moyen par adulte en milliers de CFA par are et résident adulte.

**Tableau 2 : caractéristiques productives des exploitations irriguées selon la superficie disponible.**

Afin de donner une première idée des éléments rentrant en ligne de compte dans la production, nous avons regroupé un certain nombre de variables sur le

11  $Valeur/Surface = Rendement = Constante \cdot \exp(0,04 \cdot \ln(Surface))$ . Sauf mention contraire, les équations et les coefficients présentés dans ces analyses sont tous significatifs à 1%.

tableau 2, obtenu après ventilation des exploitations en quatre classes de surface croissante. La troisième colonne de ce tableau indique clairement la moindre productivité des petites exploitations : un rendement de 25% inférieur à celui des exploitations de plus de 40 ares est significatif. Un découpage plus fin par superficie irriguée (non reproduit ici) aurait fait apparaître une croissance plus régulière, avec toutefois un léger déclin du rendement dans la tranche des plus grandes surfaces irriguées<sup>12</sup>. Cette hausse globale des rendements en fonction de la taille est à comparer avec la baisse des rendements par nombre d'adultes dans le ménage figurant sur la dernière colonne du tableau 2.

Cette hausse des rendements monétaires (ou plus exactement des valeurs brutes de la production par are) en fonction de la surface n'est sans doute pas indiscutable, car d'autres facteurs évoluent en fonction de la taille de l'exploitation. Le tableau 2 indique en effet que si la fréquence des cultures pluviales (*jeeri*) diminue logiquement, les cultures commerciales et le recours à la main-d'oeuvre extérieur au ménage augmentent en même temps que les surfaces disponibles<sup>13</sup>. L'examen des cultures commerciales est important pour notre propos ; on observe que leurs fréquences vont en augmentant avec la superficie, mais à des cadences différentes. La tomate est très cultivée au dessus de 40 ares, tandis que l'oignon progresse plus lentement. L'avant-dernière colonne (nombre d'adultes par exploitation) réaffirme en outre le lien positif reliant la taille des surfaces exploitées et celle de la main-d'oeuvre familiale, selon le classique modèle de Chayanov de l'exploitation domestique. Or, comme la taille de la parcelle allouée à l'origine au *fooyre* ne dépendait pas du nombre d'adultes résidents, on peut en déduire que l'ajustement entre surface disponible et main-d'oeuvre familiale est plus complexe et a dû s'opérer par cession de parcelle, participation à plusieurs groupements ou migration d'adultes.

Le tableau précédent exposait les différents facteurs de production variant avec les exploitations classées par taille. Pour mettre de l'ordre dans ces éventuels déterminants de la productivité, nous avons testé un modèle global qui confronte la valeur de la production aux différentes caractéristiques disponibles des exploitations. Nous reprenons le modèle "log-log" utilisé précédemment pour introduire de nouvelles variables explicatives. L'équation utilisée est une régression dont la valeur de la production (en logarithme) est la variable dépendante, et les variables indépendantes sont les suivantes :

---

12 La situation atypique d'un village (dont la motopompe a été en panne plusieurs années de suite) donne à cette courbe un aspect accidentée, car la plupart des ménages affectés disposent d'une surface similaire (tranche des 20-39 ares). De la même façon, s'il n'y avait ce village sinistré, la fréquence des cultures de *jeeri*, ou la productivité par adulte du ménage (dernière colonne), connaîtrait une diminution tout à fait régulière.

13 On rappellera à ce propos que la main-d'oeuvre extérieure est principalement constituée de main-d'oeuvre réputée "gratuite" (entraide familiale ou villageoise), alors que la part de la main-d'oeuvre rémunérée (en argent) plafonne à 12% dans les plus grandes exploitations.

- surface irriguée disponible (en log)
- culture de tomate (variable binaire)
- culture d'oignons (variable binaire)
- nombre d'adultes présents dans le ménage (en log)
- main-d'oeuvre extérieure (variable binaire)

On s'est cantonné ici aux variables les plus importantes : la contrainte de surface, les choix cultureux exprimés en variables dichotomiques, et le facteur travail (adultes du ménage et main-d'oeuvre extérieure). Ces cinq variables (significatives à 1%) conduisent à un résultat très encourageant, puisque le modèle rend compte de 74% de la variance totale de la variable dépendante (les équations sont reproduites dans l'annexe 2). Tous ces facteurs explicatifs sont évidemment corrélés positivement à la valeur de la production agricole, mais selon des modalités très variables.

A partir de cette équation liant la valeur brute de la production aux caractéristiques de l'exploitation, nous pouvons faire apparaître une nouvelle fois le rendement monétaire, c'est-à-dire le produit brut par surface cultivée. Il suffit pour cela de diviser la valeur par la surface, et après simplification des termes logarithmiques, on obtient la formule suivante :

$$\text{Rendement} = k.F(\text{Surf}).G(\text{Tomates}).H(\text{Oignons}).I(\text{Main-d'oeuvre}).J(\text{Adultes})$$

- \* "Rendement" est la valeur brute produite par are
- \*  $k$  est une constante
- \*  $F(\text{Surf})$  est une fonction exponentielle décroissante de la surface
- \*  $G$ ,  $H$  et  $I$  sont des fonctions valant respectivement 1,50, 1,46 et 1,55 en présence de culture de tomates, d'oignons ou de main-d'oeuvre gratuite, et 1 sinon.
- \*  $J$  est une fonction exponentielle croissante du nombre d'adultes

Le caractère multiplicatif du modèle, et non additif, tient compte des effets d'interaction entre les différentes variables. L'examen de ces résultats (cf. annexe 2) amène un certain nombre de remarques :

- 1) Après contrôle des autres variables à notre disposition, le rendement à l'hectare est à présent une fonction décroissante de la surface. Ce résultat est tout à fait conforme à l'hypothèse des rendements décroissants, et rappelle que la seule disponibilité de grandes surfaces irriguées serait largement moins profitable sans apport de main-d'oeuvre, familiale ou extérieure, et réorientation culturelle.
- 2) Le facteur travail, dans sa composante domestique, ne compense que partiellement cette baisse de rendement : ainsi, si la superficie et le nombre d'adultes résidents dans le ménage augmentent de 50%, le ren-

dement brut baisserait néanmoins de plus de 5%. En outre, comme les données portées sur le tableau 2 l'indiquent, le nombre d'adultes du ménage ne progresse pas suivant de la surface irriguée. La baisse de la productivité pourra en particulier être enrayée par l'appel croissant à la main-d'oeuvre extérieure.

- 3) Toutefois, la réponse la plus efficace à la baisse du rendement marginal est à la diversification des cultures, à savoir l'introduction de la tomate et de l'oignon en contre-saison. La valeur brute produite à l'hectare des cultures commerciales est supérieure à celle du riz, et vient le plus souvent s'ajouter à la production de riz en cas de campagnes pluriannuelles. Comme nous l'avons constaté précédemment, ces cultures sont plus fréquentes sur les grandes exploitations.

On peut conclure brièvement d'après ces résultats. La productivité des exploitations n'est liée qu'indirectement aux surfaces disponibles. L'augmentation des rendements observée est en réalité l'effet conjoint des choix cultureux et de la main d'oeuvre, qui sont liés positivement aux surfaces irriguées. En sorte que pour mitiger l'impact des rendements décroissants, les ménages ont recours à une main-d'oeuvre plus nombreuse, voire rémunérée pour les plus grandes exploitations. Ils peuvent également se lancer dans des cultures spéculatives dont le rapport est très favorable, à condition de disposer des sols adéquats. La riziculture joue un rôle sécuritaire pour les petits exploitants dans une économie rurale encore fragile. Elle est dominante tant que n'a pas été atteint un certain palier de ressources, en deçà duquel les risques de pénurie vivrière sont trop importants.

Au delà de ce niveau de production, les paysans qui peuvent s'orienter vers les cultures commerciales se procureront du riz à moindre coût avec les bénéfices retirés de ces dernières ; le prix d'échanges du paddy sur le fleuve est d'ailleurs, en certaines périodes de l'année, largement inférieur au prix d'achat officiel pratiqué par la SAED sur lequel nous avons fondé nos calculs. Des travaux complémentaires sont nécessaires pour évaluer précisément ce niveau de dépendance, notamment en rapport avec les facteurs de production agricoles et les revenus extra-agricoles, dont ceux dérivés de la migration<sup>14</sup>.

La diversification des cultures ne limite pas les risques, mais semble au contraire les accroître en raison des difficultés liées aux cultures commerciales par rapport à la riziculture. Ces difficultés, que nous n'avons guère évoquées, sont réelles. Il s'agit notamment de la fragilité de ces cultures, mais également du mauvais fonctionnement des filières. Dans le cas de l'oignon, par exemple, les fluctuations des prix sont très importantes. Du point de vue des ménages paysans, l'important est en premier lieu d'assurer la production vivrière. Le

---

<sup>14</sup> Depuis l'achèvement de ce travail, la dévaluation du Franc CFA de 1994 s'est accompagnée d'une hausse du prix du riz inférieure à celle des autres produits. L'écart entre le vivrier et le spéculatif pourrait donc s'accroître.

riz, qui s'est progressivement substitué au sorgho dans la consommation courante, est désormais devenu la denrée de base, tandis que les cultures traditionnelles, et notamment les légumes cultivés sur les berges, constituent un apport significatif à la marmite domestique. Toutefois, la consommation alimentaire inclut de plus en plus des denrées achetées (huile, sucre, thé, poisson *etc.*) que la vente des surplus de vivres ne couvre plus. Ce n'est pourtant qu'à un certain niveau de production que les paysans opteront pour des cultures commerciales, car le caractère prioritaire des récoltes vivrières (riz ou sorgho/mil) demeure.

## RÉFLEXIONS PROVISOIRES

Le travail présenté n'épuise pas la diversité des dispositifs productifs du Fouta, mais s'attache à en donner une image plus synthétique qu'un fastidieux inventaire de la pluri-activité dérivé d'observations monographiques. Se fondant sur une région à l'intérieur de laquelle Nianga est le principal foyer de développement agricole, ses premières conclusions permettent de répartir les situations actuelles autour de plusieurs pôles. Le facteur le plus pertinent dans le département de Podor est la disponibilité en terres irriguées, qui constitue désormais le fondement d'une analyse des systèmes productifs régionaux. L'ancienne distinction entre pastoralisme et agriculture demeure, mais elle n'est pas aujourd'hui la clef pour comprendre le dynamisme productif et les grands changements qui interviennent. Plus précisément, l'élevage et l'agriculture traditionnelle, toujours pratiqués, ont à présent un rôle d'appui à l'intérieur d'un dispositif productif orienté vers les aménagements.

La rentabilité des aménagements constitue la question toujours actuelle, depuis que l'irrigation est apparue dans la moyenne vallée, certains observateurs affirmant même que cette dernière pouvait être déficitaire dans de nombreux cas, y compris en étant financée par les revenus tirés de l'émigration (Lavigne-Delville, 1991 et Diemer et van der Laan, 1987). Les risques (naturels) attachés aux productions traditionnelles ont fait place à des risques institutionnels que les paysans ne maîtrisent guère plus ; cette incertitude inhérente à la production irriguée, en ralentit le développement et en retarde les retombées sur la société paysanne. La migration reste importante dans les stratégies familiales, en dépit des multiples obstacles rencontrés par les migrants dans les zones traditionnelles de destination (chômage, expulsions *etc.*). Cette situation reflète indiscutablement le succès mitigé de l'agriculture irriguée à l'échelle régionale. Les données pour le faire n'étant pas disponibles, nous ne nous sommes pas livrés ici à un examen comptable de la production irriguée et de sa rentabilité à l'échelle de notre échantillon. L'étude des rendements bruts suggère néanmoins que fort peu de ménages peuvent escompter tirer de l'agriculture des revenus à même de concurrencer les salaires urbains ; la fréquence des récoltes pluriannuelles ou des cultures commerciales reste en effet trop faible. C'est toutefois parmi les ménages les plus prospères qu'il faudra recher-

cher les premiers effets d'une transformation des pratiques sociales, car ce sont les seuls du Fouta à être en mesure de résister à la tentation migratoire.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Boserup, E., 1990. Economic and Demographic Relationship in Development, *essays selected and edited by T. P. Schultz*, Johns Hopkins University Press, Baltimore and London.
- Boutillier, J.-L., Cantrelle, P., Causse, J., Laurent, C. et N'Doye, T., 1962. La moyenne vallée du Sénégal, PUF., Paris.
- Boutillier, J.-L., et Schmitz, J., 1987. Gestion traditionnelle des terres (système de décrue/système pluvial) et transition vers l'agriculture irriguée. Le cas de la vallée du Sénégal, *Cahiers des Sciences Humaines*, 23, 3-4, 533-554.
- Crousse, B., Mathieu P. et Seck S.M., 1991. La vallée du fleuve Sénégal. Evaluations et perspective d'une décennie d'aménagements, *Karthala, Paris*.
- David, P., 1980. Les Navétanes. Histoire des migrants saisonniers de l'arachide en Sénégambie des origines à nos jours, *Les Nouvelles Editions Africaines, Dakar et Abidjan*.
- Delaunay, D., 1984. De la captivité à l'exil. Histoire et démographie des migrations paysannes dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, *Ed. de l'ORSTOM, Paris*.
- Diemer, G., et Van der Laan, E., 1987. L'irrigation au Sahel. La crise des périmètres irrigués et la voie haalpulaar, *CTA /Karthala, Paris*
- Diop A. B., 1965. Société toucouleur et migration. Enquête sur l'immigration toucouleur à Dakar, *IFAN, Dakar*.
- Diouf, P.D., et Guilmoto, Christophe Z., 1994. Démographie et développement dans la moyenne vallée du Sénégal. Présentation des enquêtes de 1992-93, premiers résultats et analyse typologique des ménages, *Direction de la Prévision et de la Statistique, ORSTOM, Dakar*.
- Engelhard, P. et Ben Abdallah T., 1986. Enjeux de l'après-barrage. *ENDA et Min. de la Coopération, Paris*.
- Gueye, Y, 1957. Essai sur les causes et les conséquences de la micropropriété au Fouta Toro, *Bulletin de l'I.F.A.N.*, XIX, sér. B. 1-2. 28-42.
- Guilmoto, C.Z., Trente ans plus tard, le long du fleuve Sénégal. L'enquête de la MISOE à l'épreuve du temps ; ouvrage en hommage à Pierre Cantrelle, ORSTOM, à paraître (1995).
- Hyden, G. 1986. The Invisible Economy of Smallholder Agriculture in Africa, in J.L. Mook (ed.), *Understanding Africa's Rural Households and Farming Systems, Westview Press, Boulder and London, 11-35*.
- Lavigne Delville, P., 1991. La rizière et la valise. Irrigation, migration et stratégies paysannes dans la vallée du fleuve Sénégal, *Syros, Paris*.
- Minvielle, J.P., 1985. Paysans migrants du Fouta Toro (vallée du Sénégal), *Ed. de l'ORSTOM, Paris*.

□ □ □



## ANNEXES

## 1) Compléments sur les analyses factorielles pratiquées.

Cette annexe précise les modalités pratiques de l'analyse factorielle. La liste des variables catégoriques utilisées suit ; leurs modalités sont détaillées, si ce n'est dans le cas des variables dichotomiques (0 = non, 1 = oui). Sauf mention contraires, ces informations se réfèrent à l'ensemble du *fooyre* pendant l'année précédent le passage des enquêteurs (janvier-février 1992). A titre d'exemple, la notation SUR1 signifie donc une surface irriguée comprise entre 1 et 50 ares ("petite irrigation").

**Variables principales :**

- JEE : *jeeri*, culture pluviale  
 KOL : *kolaaDe*, culture de décrue  
 FAL : *falo*, culture de berge  
 JAR : jardin (culture souvent féminine)  
 SOR : production de sorgho ; 0 = aucune, 1 = 1-9 corbeilles, 2 = 10 et plus.  
 MAI : maïs  
 TVG : Travail agricole effectué hors du *fooyre* ; 0 = aucun, 1 = travail gratuit, 2 = travail rémunéré.  
 MDO : Main-d'oeuvre extérieure employée par le *fooyre* ; 0 = aucune, 1 = main-d'oeuvre gratuite, 2 = main-d'oeuvre rémunérée.  
 IRG : Type d'irrigation ; 0 = aucune, 1 = PIV ou privée, 2 = grand périmètre.  
 SUR : Surface des parcelles irriguées ; 0 = aucune, 1 = 1-49 ares, 2 = 50 ares et plus.  
 REC : Nombre de récoltes irriguées annuelles : 0, 1, 2.  
 PAD : Production en sacs de paddy ; 0 = aucune, 1 = 1-19 sacs, 2 = 20 sacs et plus.  
 PTO : Production en caisse de tomates ; 0 = aucune, 1 = 1-99 caisses, 2 = 100 caisses et plus.  
 VBT : Vente de bétail.  
 BOV : Troupeau bovin ; 0 = aucun, 1 = 1-9 têtes, 2 = 10 têtes et plus.  
 OVI : Troupeau ovin ; 0 = aucun, 1 = 1-19 têtes, 2 = 20 têtes et plus.  
 CAP : Troupeau caprin ; 0 = aucun, 1 = 1-19 têtes, 2 = 20 têtes et plus.  
 ACT : Autres activités et ressources (commerce, emploi salarié, artisanat ou retraite perçue)

**Variables supplémentaires :**

- TOT : Taille du *fooyre*, absents compris ; 0 = moins de 4 personnes, 1 = 4 à 7 personnes, 2 = 8 à 11 personnes, 3 = 12 personnes et plus.  
 AHA : Nombre d'hommes adultes absents (juillet 1992) ; 0 = aucun, 1 = 1 seul, 2 = plusieurs.  
 CON : Variable récapitulative des éléments de confort de l'habitat (toit, latrines, murs) et des biens possédés (cheval, transistor, armoire, motopompe etc.) ordonnées sur 4 valeurs croissantes : 0, 1, 2, 4. Construite à partir d'une analyse en composantes principales effectuée sur 14 variables.  
 VIL : Code des douze localités constituant les grappes de l'échantillon (voir la carte).

Note : les variables ne figurent sur certains schémas que lorsqu'elles s'écartent significativement de la valeur moyenne (décision laissée à l'arbitraire de l'auteur), sans être nécessairement actives dans la définition des axes des plans factoriels. Pour cette raison, les variables démographiques, très indépendantes des variables économiques, sont rarement visibles. D'autres variables supplémentaires (infrastructures villageoises, ethnologie, caste, revenus migratoires etc.) n'ont pas été examinés ici.

## 2) Equation de la production

variable dépendante : valeur de la production (lnval, en logarithmes)

variables indépendantes : surface irriguées (lnsurf, en logarithmes), tomates (variable binaire), oignons (variable binaire), main-d'oeuvre extérieure (mdoext, variable binaire), nombre de résidents adultes (lnra, en logarithmes).

Source	Somme des carrés	dl	MS
Model	546,487297	5	109,297459
Residual	191,456677	593	0,322861175
Total	737,943974	598	1,23402002

Nombre d'obs. = 599
F(5, 593) = 338,53
Prob > F = 0,0000
r̄ = 0,7406

lnval	Coef	Err. std	t	P> t	[95% Interv. conf. ]	
lnsurf	0,7575908	0,0364883	20,763	0,000	0,6859287	0,8292529
tomates	0,40968	0,0622861	6,577	0,000	0,2873519	0,5320082
onoig	0,4760438	0,0879778	5,411	0,000	0,3032578	0,6488299
mdoext	0,32069	0,0642057	4,995	0,000	0,1945917	0,4467882
lnra	0,1602685	0,048344	3,315	0,001	0,0653223	0,2552147
constante	1,403205	0,1174424	11,948	0,000	1,172552	1,633859

L'équation du modèle est par conséquent :

$$\lnval = 0,758.\lnsurf + 0,410.\text{tomates} + 0,476.\text{oignons} + 0,321.\text{mdoext} + 0,160.\lnra + 1,40$$

Soit, en termes de rendement par surface :

$$\text{rendement} = \text{val/surf} = \exp[-0,242.\lnsurf + 0,410.\text{tomates} + 0,476.\text{oignons} + 0,321.\text{mdoext} + 0,160.\lnra + 1,40]$$

Sans cultures commerciales, l'équation se simplifie ainsi :

$$\text{rendement} = \text{val/surf} = \exp[-0,242.\lnsurf + 0,321.\text{mdoext} + 0,160.\lnra + 1,40]$$

Comme on le voit, le terme correspond à la baisse du rendement des surfaces (-0,242) est supérieur en valeur absolue à celui du nombre d'adultes (0,160) ; ceci signifie que l'effet d'un changement de superficie est largement supérieur à un changement comparable dans la main-d'oeuvre familiale. L'accroissement d'échelle d'exploitation (surface et main-d'oeuvre) tendrait à faire baisser les rendements en l'absence d'autres changements dans le mode d'exploitation (dispositif cultural *etc.*).

# Alimentation et nutrition dans la région du fleuve : étude de cas d'un "périmètre moyen" (Périmètre MO 6 bis)

□ □ □

E. Bénéfice, K. B. Simondon et M. S. Ndiaye Sy

Nutritionnistes, ORSTOM, BP 1386, Dakar.

Le processus de développement agricole dans les pays sahéliens modifie rapidement le cadre, l'environnement et le mode de vie des populations. Ces changements peuvent à leur tour se répercuter sur l'état de santé des populations en modifiant les cycles épidémiologiques des maladies transmissibles et les conditions d'alimentation des populations. C'est dans cette perspective que se situe le grand programme "Eau et santé". Ce programme multidisciplinaire dont le maître d'oeuvre est l'ORSTOM associe sur le terrain plusieurs équipes de chercheurs sénégalais et français.

Au sein de ce programme, l'objectif des nutritionnistes était de décrire l'état nutritionnel et le modèle de consommation de populations bénéficiant d'aménagements agricoles modernes et de les comparer aux résultats d'enquêtes antérieures sur des zones non équipées. Il s'agissait également de constituer un point de référence pour une surveillance des changements nutritionnels susceptibles d'intervenir dans la zone.

## CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le site choisi est le périmètre **MO 6 bis**. C'est le plus petit périmètre (582 ha) d'un ensemble de quatre, installés grâce au financement du FED. Cinq villages en sont bénéficiaires, mais la répartition des parcelles est inégale selon les villages (1.2 ha/concession à Tialaga contre 0.3 à Dodel). Le groupe *haalpu-laar* est dominant (69% des concessions). La mise en eau de ce périmètre date de juin 1989. Nous avons effectué la première enquête en février 1990.

## MÉTHODES

### Choix des populations

Un recensement exhaustif de la population vivant sur la cuvette, soit 434 personnes, a été réalisé en 1989. Parmi les 282 concessions des 3 principaux villages, 110 ont été tirées au sort par la méthode des totaux cumulés pour réaliser une surveillance nutritionnelle de la zone (enquête 2). Ensuite 37 concessions ont été retenues pour une étude de consommation alimentaire familiale (enquête 1). Les critères de sélection étaient : la présence d'enfants jeunes, la disposition d'une parcelle sur le périmètre, l'acceptation de l'enquête et une taille inférieure à 20 personnes. Ces familles ont été visitées à trois reprises à six mois d'intervalle (juillet 1990, janvier 1991, juin 1991).

### Mesure de la consommation alimentaire (enquête 1)

La consommation dans chaque **groupe alimentaire** du (GA) a été mesurée par pesée des aliments, des plats préparés et des restes, durant 4 à 5 jours consécutifs. Six enquêteurs devant résider dans les familles, ont reçu une formation adéquate. Chaque enquêteur ne surveillait qu'un seul groupe alimentaire à la fois. Il devait noter tous les aliments utilisés ainsi que leur origine (achat, périmètre, champ traditionnel, troc, aide alimentaire, cadeau...) et leur préparation. Il dressait la liste des consommateurs habituellement présents aux repas, ainsi que des invités. Il interrogeait les rationnaires sur leur consommation extra-familiale. Enfin, il enregistrait les activités des membres de la famille âgés de plus de 14 ans afin d'évaluer leur dépense énergétique.

L'analyse a été faite sur un logiciel mis au point pour ce genre d'enquête qui utilise une table de composition alimentaire de 360 entrées différentes (Chevassus-Agnès et Ndiaye, 1980). Les apports recommandés pour couvrir les besoins en protéine et calorie ont été calculés selon les directives du comité joint OMS/FAO/UNU (1986), ainsi que celles des comités FAO/OMS pour les autres nutriments en tenant compte des précisions récentes (FAO, 1989). La consommation familiale observée totale a été comparée aux apports recommandés pour obtenir un taux de couverture (%) *per capita*.

### Mesure de l'état nutritionnel (enquête 2)

L'état nutritionnel des enfants de 0-5 ans a été évalué à l'aide d'indices anthropométriques utilisant poids et taille (WHO, 1983). L'âge a été estimé à partir des indications de la mère et de calendriers musulmans reconstitués quand il n'y avait pas de bulletin de naissance. A l'aide de ces variables ont été calculés les prévalences de maigreur (faible poids compte tenu de la taille) et de retard de croissance (faible taille compte tenu de l'âge) de cet échantillon.

L'étude de consommation alimentaire s'est déroulée sur une année (juillet 1990 à juillet 1991) alors que la surveillance de l'état nutritionnel des populations a débuté en février 1990 et se poursuit encore actuellement.

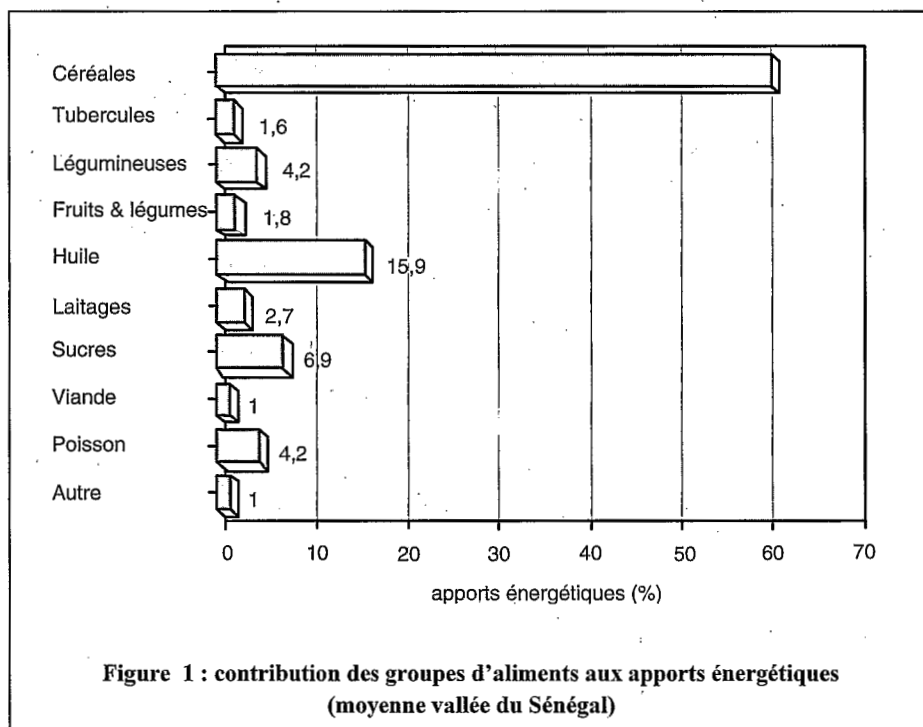
## RÉSULTATS

### Analyse de la consommation alimentaire et son évolution

#### Aliments consommés

Les 3 passages ont cumulé un total de 492 jours d'observation, soit 106 GA observés représentant 1679 sujets. 136 formes différentes d'aliments ont été consommées dont 61 régulièrement. Les fréquences de consommation les plus élevées concernent les céréales (riz et sorgho), le poisson, l'huile d'arachide, le sucre, les patates douces, le *niébé*, les légumes (oignons, tomates, citrouille, feuilles de baobab, tomates), le lait en poudre.

#### Valeur nutritionnelle

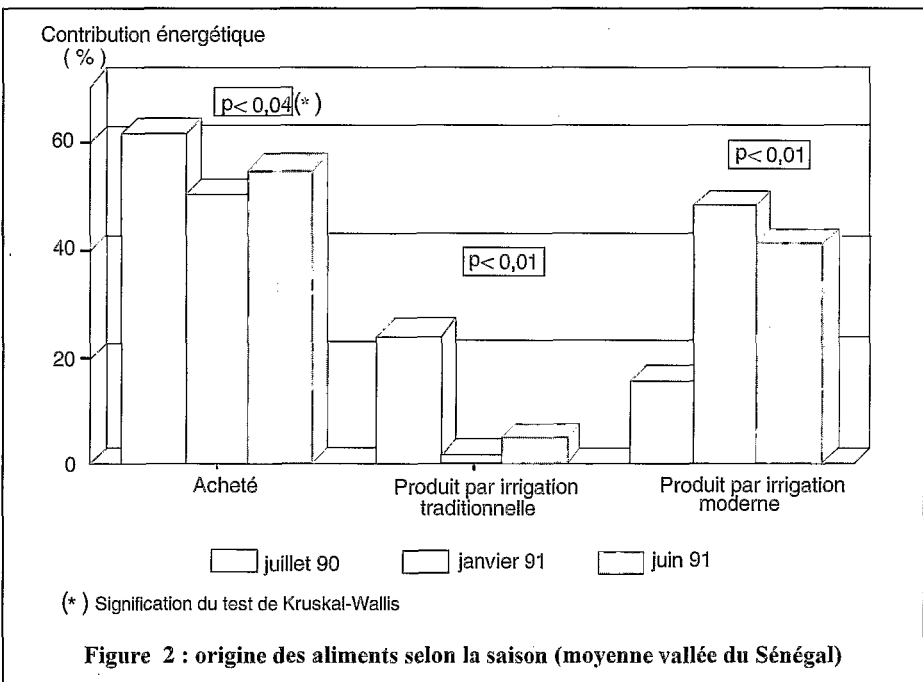


Les céréales apportent 60.7% des calories et 49.6% des protéines. La contribution énergétique des corps gras reste basse (15.9%) par comparaison à d'autres zones du Sénégal (30 à 35% en milieu urbain (Chevassus-Agnès et Ndiaye, 1980)). Il faut souligner que des aliments consommés en petite

quantité ou contribuant modestement aux apports énergétiques (légumes, fruits, tubercules) sont des sources importantes d'apport en nutriments (calcium, fer, vit A et C). Il en va de même pour le poisson et le lait pour les protéines animales, la riboflavine et le calcium.

### Origine des aliments

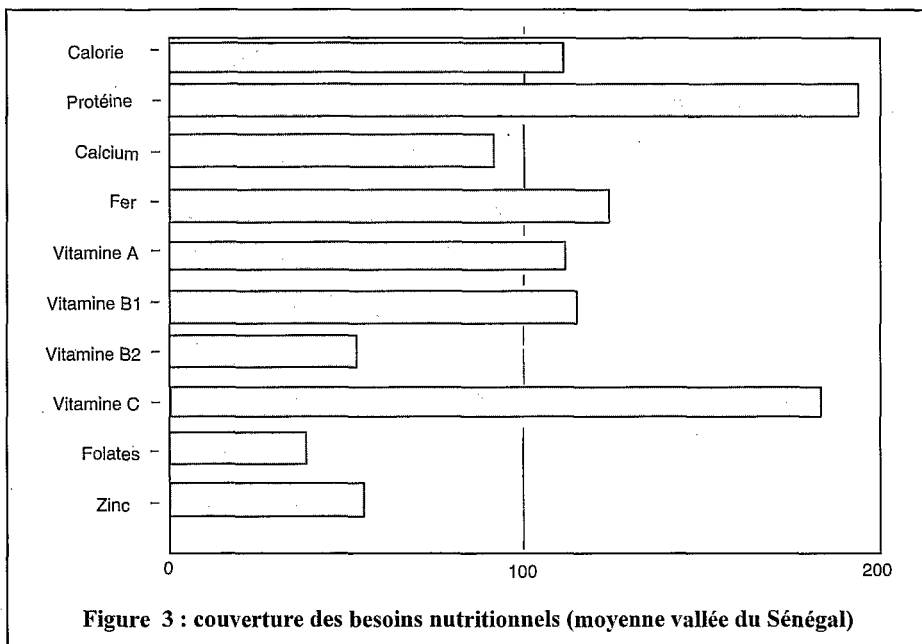
L'origine des aliments varie selon la période de l'année. Il est logique de voir le riz être le plus important pourvoyeur de calories en janvier, après la récolte. Mais on note que la part d'aliments achetés reste notable à toutes les périodes. Les cultures "traditionnelles" sont peu importantes, à l'exception de la contribution des champs de berge, en particulier par les patates douces.



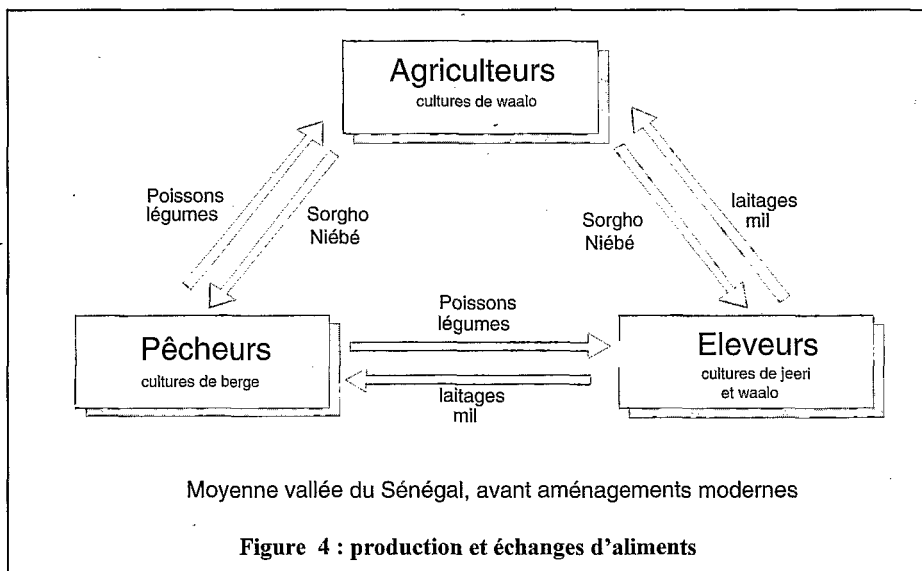
### Satisfaction des besoins nutritionnels

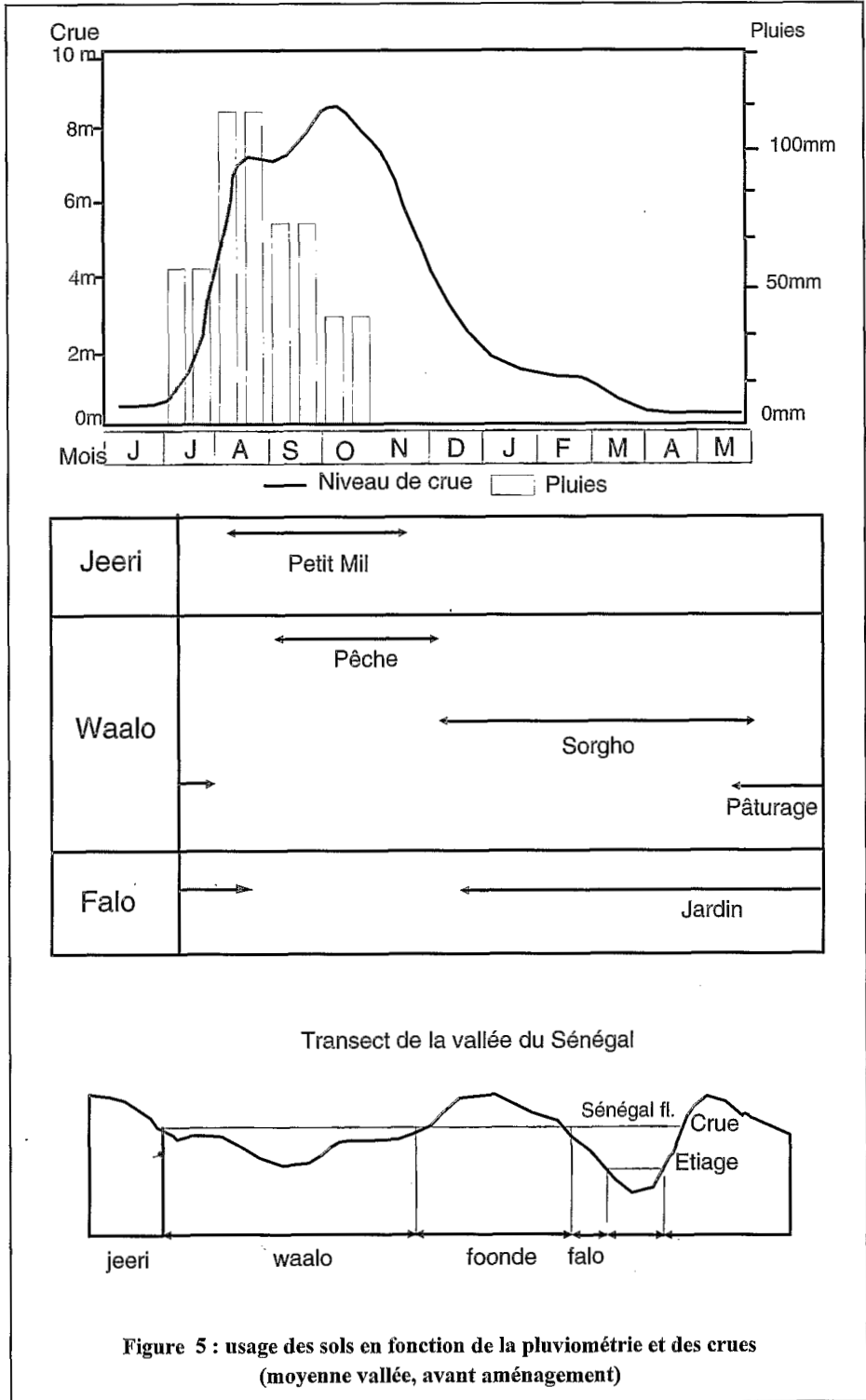
La plupart des besoins nutritionnels sont couverts à l'exception de ceux en 4 nutriments (calcium, riboflavine, acide folique et zinc). Les besoins protéiques sont bien couverts et la consommation régulière de *niébé*, de lait ou de poisson, même en petite quantité, contribue à augmenter la valeur nutritionnelle des apports protéiques. Toutefois 2/3 des familles ont un score chimique inférieur à 90 pour l'acide aminé limitant. L'acide aminé limitant le plus fréquemment rencontré est la lysine, ce qui signe un régime à dominante céréalière. Les apports caloriques moyens des familles sont corrects mais avec une distribution asymétrique traînant sur la gauche (skewness value = 0.43). En

fait sur les 106 groupes étudiés, 37 (soit 35%) ne couvraient pas leurs besoins caloriques. La situation étant la plus grave en juin (16/34 familles soit 47% ne couvrant pas leur besoins) et la plus favorable en janvier (23%) ( $\chi^2 = 14$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.02$ ).



### Evolution de la consommation dans la vallée





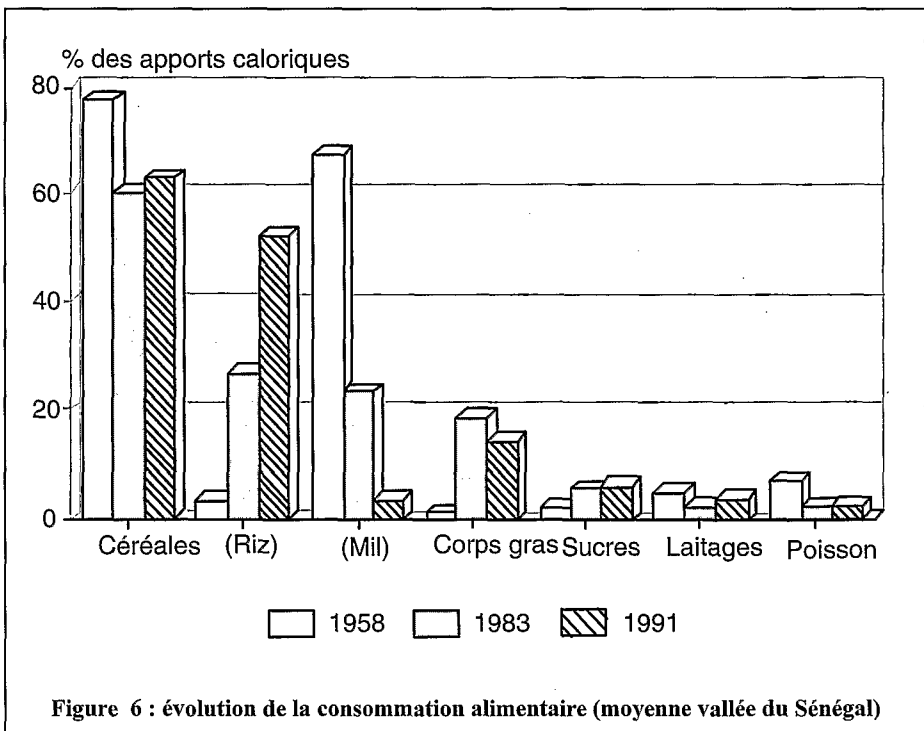


Pour mieux comprendre la consommation et son évolution, il convient d'évoquer l'organisation traditionnelle des activités de subsistance dans la vallée. Celles-ci se caractérisaient par la rotation des tâches et des occupants, tout au long de l'année, dans la cuvette de décrue et par l'exploitation de toutes les niches existantes (berge, *jeeri*, *waalo*) (figure 4).

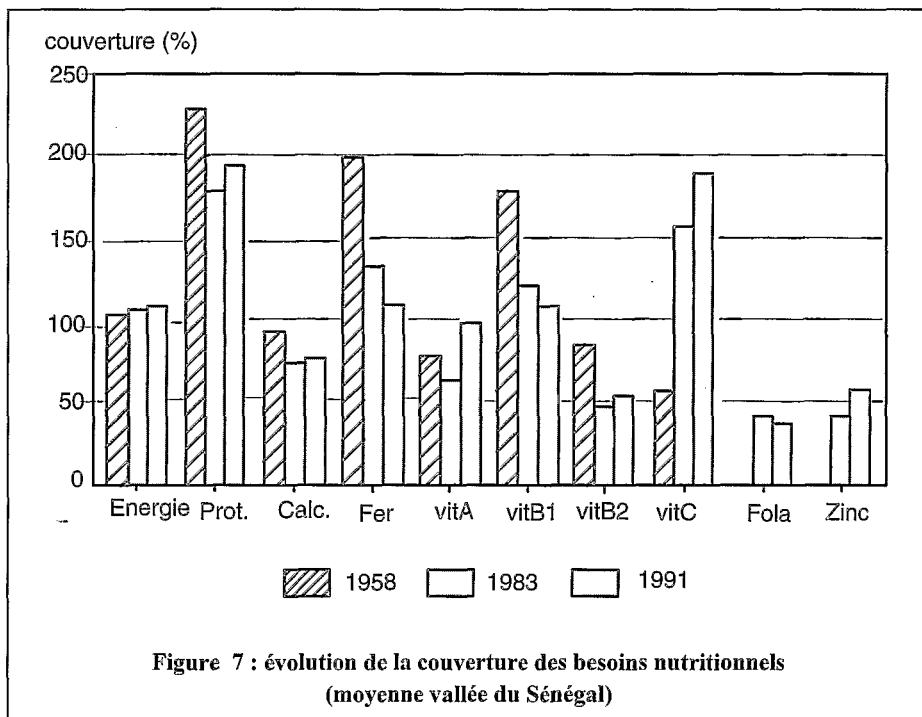
L'organisation des activités était sous-tendue par un réseau complexe de relation symbiotique permettant à chaque groupe de se procurer les produits manquants par échange. Schmitz (1986) a analysé le fonctionnement du *leydi* qui structurait ce type de relation, et parle avec justesse d'*écologie politique du territoire*. La figure 5 en schématise les conséquences nutritionnelles.

Des changements peuvent être notés par rapport aux enquêtes menées précédemment dans la vallée : 1957-58 (Boutillier *et al*, 1962) et 1983 (Bénéfice *et al*, 1985). Dans les trois cas, les résultats comparés sont ceux recueillis en début de saison sèche (janvier à mars). Ces enquêtes ont toutes été faites en utilisant les mêmes techniques de pesée.

Par rapport à 1958, on observe en 1983 une diminution de consommation des céréales (principalement mil), alors que la consommation de riz monte en flèche. Sucres et graisses sont en augmentation entre 1958 et 1983, mais le mouvement ne semble pas s'être poursuivi en 1991. La consommation de poisson et de produits laitiers a diminué, celle de légumes augmenté.



Les apports nutritionnels ont également varié en quantité. Ceux en énergie ont légèrement augmenté. Les apports en vitamine A et vitamine C ont augmenté. Les apports en calcium, vitamine B<sub>2</sub> et fer sont restés constants, ou ont même diminué.



## Surveillance de la situation nutritionnelle

### Prévalences de malnutrition

Age	Retard de taille	Maigreur (mois)
0-11	7,7	3,1
12-23	22,5	16,2
24-35	21,2	8,0
36-47	17,4	7,8
48-59	27,6	8,9
0-59	18,7	8,7

**Tableau 1 : prévalence des malnutritions selon l'âge**

La prévalence de maigreur pour les années 1990 et 1991 regroupées est de 8,7% (Tableau 1). Une telle prévalence est supérieure à la moyenne nationale (estimée à 5% environ ; UNICEF 1991), mais équivalente aux chiffres retrouvés lors d'autres enquêtes dans la moyenne vallée du fleuve (Ly & Ndiaye, 1992).

Elle est faible avant un an (3,1%), importante pour le groupe d'âge 1-2 ans (16,2%), puis stable, autour de 8% de 2 à 5 ans.

La prévalence du retard de croissance pour 1990-1991 est de 18,7%, ce qui ne diffère pas de la moyenne nationale.

Le retard de croissance est assez faible la première année, puis stable entre 1 et 5 ans.

### Evolution des malnutritions

L'évolution des malnutritions entre 1990 et 1992 est favorable en ce qui concerne la maigreur (Tableau 2). Elle a baissé, en effet, de 10,7% en 1990 et 8,2% en 1991, à 5,4% en 1992 ( $p < 0,05$  ;  $\chi^2$  à 2 ddl). La prévalence du retard de croissance n'a pas baissé significativement au cours de cette même période.

Année	N	Retard de taille (en %)	Maigreur (en %)
1990	242	21,9	10,7
1991	306	20,9	8,2
1992	297	15,5	5,4

Tableau 2 : évolution des prévalences des malnutritions entre 1990 et 1992

## DISCUSSION

Les communautés étudiées couvrent la plupart de leurs besoins nutritionnels ; toutefois la distribution entre familles est inégale, si bien que 1/4 et 1/3 d'entre elles, selon la saison, ne couvrent pas leurs besoins caloriques. Les chiffres de prévalence de maigreur sont plus élevés que ceux relevés en d'autres parties du Sénégal, mais on observe une évolution favorable depuis 1991.

La réalisation d'enquêtes de consommation alimentaire en Afrique pose un certain nombre de problèmes du fait du groupement des rationnaires autour du plat commun. Pour ne pas interférer avec les habitudes et modifier les comportements alimentaires, on pratique des enquêtes "familiales" et non pas "individuelles". Ces enquêtes ont un intérêt certain dans les études de communauté mais elles ne permettent pas d'analyser l'alimentation au niveau indivi-

duel, les variations intra-familiales étant très élevées. Les limites de ces enquêtes ont été soulignées (Ferro-Luzzi, 1982 ; Périssé, 1982) mais elles constituent en Afrique la méthode d'information la plus précise, sur l'alimentation des ménages. Les familles sont issues d'un échantillon tiré au sort et le coefficient de variation (cv) des apports alimentaires entre familles est de 0.19, soit un niveau comparable à celui d'autres enquêtes faites au Sénégal (Chevassus et Ndiaye, 1980) ; ce cv reste stable au cours de l'étude. Pour ces raisons, nous pensons que les résultats rapportés donnent une représentation acceptable du modèle de consommation de la zone.

L'introduction de la culture irriguée à Diomandou a sécurisé la production vivrière dans une région où la pluviométrie et le niveau des crues sont très irréguliers. Les chiffres suivants mettent en évidence ces variations. Les années 1957-1958 furent climatiquement bonnes (279 mm de pluie en 1957 et 375 mm en 1958), par contre la pluviométrie ne fut que de 169 mm en 1982 et 76.3 mm en 1983. Pour la période actuelle s'il est tombé 323.6 mm en 1989, il n'y a eu que 142.8 mm en 1990, 97.1 mm en 1991 et 143 mm en 1992 (Le Borgne, 1988).

Lors de l'enquête de 1990-1991, les récoltes de culture de décrue dans la zone ont été insignifiantes du fait d'une submersion tardive et peu importante. Par la suite, les parcelles irriguées ont permis d'obtenir une récolte de riz satisfaisante. Celle-ci ne permet pas pour autant aux paysans de couvrir le niveau de besoins des familles même dans le cas le plus favorable. Il est d'ailleurs possible que les paysans obtiennent du numéraire par la revente d'une partie de la récolte, en dehors des circuits officiels de la SAED.

Un des objectifs de l'étude, encore actuellement en cours, était d'analyser le rôle des femmes dans la culture irriguée moderne. Dans la tradition *haalpu-laar*, les efforts agricoles pénibles sont du ressort des hommes, mais le processus d'émigration des hommes et l'introduction de l'irrigation ont entraîné une nouvelle division du travail : les femmes deviennent responsables de la production céréalière et les hommes des revenus monétaires (Diemer et Van der Laan, 1987). Les premiers résultats montrent ainsi que la dépense énergétique totale des femmes était de 1.64 à 1.82 multiples de métabolisme de base, ce qui correspond à une activité modérée à forte selon les critères du comité joint OMS/FAO/UNU (1986). Cette dépense énergétique est tout à fait semblable, après ajustement pour un même poids, à celle des femmes burkinabés étudiées par Bleiberg *et al* (1980) et considérées comme très actives : dépense énergétique des sénégalaises = 2346 kcals ; dépense énergétique des femmes burkinabés = 2384 kcals. La dépense d'activité des femmes sénégalaises n'est pas diminuée par le système d'irrigation moderne, peut être même est-elle augmentée. Or la disponibilité en temps des femmes a une élasticité limitée. Le temps passé dans les champs entre en concurrence avec le temps passé dans des activités domestiques et de soin aux enfants (Mc Guire and Popkin, 1988). Ce fait peut avoir des effets nutritionnels négatifs. Plusieurs études en

Afrique ont montré que l'augmentation des revenus issus de l'activité féminine n'était pas générateur d'amélioration de l'état nutritionnel des familles (Rubin, 1990 ; Vaughan and Moore, 1988 ; Brun, Reynaud and Chevassus-Agnès, 1989).

Les enquêtes de 1958 et 1983 n'ont pas été conduites dans les mêmes familles qu'en 1990-91, il n'est donc pas possible d'affirmer que les changements observés représentent strictement l'évolution de la consommation de la zone d'étude, toutefois les similitudes de milieu et de culture dans les 3 cas permettent certaines réflexions. Les changements importants dans les modèles alimentaires (passage d'une alimentation basée sur le sorgho-*niébé* et mils, à une alimentation basée sur le riz où l'huile d'arachide joue un rôle important) ne se sont accompagnés que de modestes gains énergétiques ou protéiques. Les améliorations les plus notables concernent les apports en vitamine A et C ; elles sont très certainement liées à la production des légumes de contre-saison, oignons et tomates, dans la cuvette. Signalons d'ailleurs que l'objectif de ces cultures maraîchères n'est pas l'autoconsommation mais la vente pour les conserveries locales. L'excellente couverture du besoin en ces nutriments est en fait l'heureuse conséquence nutritionnelle d'une mauvaise organisation du ramassage et d'une saturation rapide du marché. Par contre les déficiences en calcium, vit B<sub>2</sub>, zinc, folate, classiques en Afrique soudano-sahélienne, persistent et se sont même aggravées. C'est la conséquence d'une moindre diversification alimentaire et d'une consommation trop faible de produits animaux en particulier lactés. En 1958, la rotation des activités de pêche et d'élevage dans la cuvette permettait un apport régulier de protéines d'origine animale tout au long de l'année (Boutillier *et al.*, 1962). La contribution des produits laitiers aux apports caloriques était de 7.5% en 1958, elle est de 2.7% actuellement, encore s'agissait il de la production d'un élevage local en 1958, alors qu'en 1991 il s'agissait d'achats de poudre de lait. De même, les villageois consommaient en moyenne 172 g par jour de poisson pêché dans le fleuve en 1958 contre 80 g de poisson de mer actuellement. Dans les limites de cette étude, on ne peut donc conclure que l'accès de ces villageois aux produits du marché se soit accompagné d'une amélioration qualitative et/ou quantitative de leur alimentation.

Une baisse de moitié de la prévalence de maigreur, comme celle rapportée ici, est rarement observée dans les études d'interventions. A ce stade de l'étude, les données recueillies ne permettent pas d'établir un lien causal avec l'apparition de la culture irriguée. Il pourrait s'agir d'une évolution liée à d'autres facteurs. L'étude de la consommation alimentaire n'a pas montré d'augmentation de la ration entre juillet 1990 et 1991, ce qui pourrait expliquer le recul de la maigreur des jeunes enfants, mais la baisse de prévalence s'est surtout produite après, de 1991 à 1992, période pour laquelle nous ne disposons pas de données sur la consommation. Avant de pouvoir conclure à un impact nutritionnel positif du périmètre, il faudra en continuer le suivi pour s'assurer que cette

baisse n'est pas temporaire et également vérifier qu'il ne s'agit pas là d'un phénomène plus général observable dans des villages non aménagés avec prédominance des cultures de décrue.

D'un point de vue de nutritionniste, les avantages de l'agriculture irriguée moderne dans la cuvette de Diomandou restent donc encore imprécis. Il est indéniable que les paysans peuvent obtenir des récoltes céréalières importantes, ceci d'ailleurs en passant d'un risque écologique à un risque financier (Flavigny et Cousin, 1982), mais les gains nutritionnels ne sont pas uniquement liés à des gains de rendement agricole. D'autres facteurs doivent être pris en considération tels que l'amélioration de l'hygiène du milieu, l'accès aux soins, le niveau d'éducation des mères et, singulièrement ici, les nouvelles divisions des tâches agricoles et les charges supplémentaires de travail comme conséquences du développement agricole.

## REMERCIEMENTS

Les travaux de cette étude ont bénéficié d'un financement du ministère français de la recherche scientifique. Nous remercions les familles des villages du périmètre qui ont accepté de nous recevoir, et particulièrement les petits enfants et leurs mères. Les efforts des enquêteurs et traducteurs locaux qui nous ont vaillamment assisté méritent d'être soulignés. La réalisation de cette étude doit beaucoup à la contribution de Omar Sall et Pape Niokhor Diouf, techniciens de l'ORSTOM, ainsi que de Daouda Ndiaye contractuel. Nous remercions enfin nos collègues du programme "Eau et Santé", J.P. Hervé, G. Hébrard, J.M. Duplantier et P. Handschumacher pour l'aide amicale et attentive qu'ils nous ont apportée tout au long de ces années.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Bénéfice E, Simondon F, Chevassus-Agnès S, Ndiaye AM (1985) Etudes de nutrition dans la moyenne vallée du Sénégal. I Evolution de la consommation alimentaire depuis 1958 et structure actuelle de la ration. *Bull Soc Path Ex* 78 : 110-118.
- Bleiberg F, Brun T, Goihman S (1980) Duration of energy expenditure of female farmers in dry and rainy seasons in Upper-Volta. *Br J Nutr* 43 : 71-82.
- Brun, T., J. Reynaud and S. Chevassus-Agnès (1989). Food and nutritional impact of one home garden project in Senegal. *Ecol Food Nutr* 23 : 91-108.
- Boutillier J, Cantrelle P, Causse J et al (1962) *La moyenne vallée du Sénégal*. PUF, Paris, pp 149-191.

- Chevassus-Agnès S, Ndiaye AM (1981) Enquêtes de consommation alimentaire de l'ORANA de 1977 à 1979. Méthodologie et résultats. In : *Etat nutritionnel de la population rurale du Sahel : Rapport d'un groupe de travail*, Paris. CRDI, Ottawa, pp 57-66.
- Diemer, G., and E. Van der Laan (1987). *L'irrigation au Sahel*. Khartala, Paris. pp 81-104.
- FAO/WHO (1989). Besoins en vitamine A, fer, acide folique et vitamine B12. *Collection FAO : Alimentation et Nutrition*, n°23. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Ferro-Luzzi A (1982) Meaning and constraints of energy-intake studies in free-living populations. In : *Energy and effort* (G. Harrisson, ed.). Taylor & Francis, London, pp 115-137.
- Flavigny, C. and R. Cousin (1982). L'Organisation de Mise en valeur de la Vallée du Sénégal (OMVS) et le développement agricole. *Afrique Agriculture* 77 : 18-28.
- Le Borgne, J. (1988). La pluviométrie au Sénégal et en Gambie. *Université Cheikh Anta Diop, Laboratoire de Climatologie*, Dakar. pp 1-94.
- Ly C., Ndiaye AM. Elaboration d'un plan directeur de santé pour le Bassin du Fleuve Sénégal. *Volet nutrition*. ORANA, Dakar, 1992.
- McGuire, J. and B. Popkin (1988). The zero-sum game : a framework for examining women and nutrition. *Food and Nutr. Bull.* 10 : 27-41.
- OMS/FAO/UNU (1986) Besoins énergétiques et besoins en protéines. *Série de Rapports Techniques* 724, Org Mond Santé, Genève.
- Périssé J (1982) Les dimensions de la sous-alimentation : aspects méthodologiques. *Tricontinental, nouvelle série*, Maspero, Paris, pp 77-94.
- Rubin, D. (1990). Women's work and children's nutrition in south-western Kenya. *Food and Nutr. Bull.* 12 : 268-272.
- Schmitz, J. (1986). Agriculture de dé-cruce, unités territoriales et irrigation dans la vallée du Sénégal. *Les Cahiers de la Recherche Développement* 12 : 65-77.
- Vaughan, M. and H. Moore (1988). Research note : Health, Nutrition and agricultural development in Northern Tanzania. *Soc. Sci. Med.* 27 : 743-745.
- UNICEF / ORANA / SANAS / ORSTOM. Evaluation des projets régionaux intégrés au Sénégal. *Analyse quantitative*. UNICEF, Dakar, 1991.
- WHO (1983). Measuring change in nutritional status. *World Health Organization*. Geneva.

□ □ □





Quatrième partie

## L'environnement institutionnel



Le développement de la culture irriguée dans la vallée a été initié par l'Etat et encadré à partir de 1965 par la SAED. Cette dernière a été omniprésente dans tous les secteurs d'activité liés à la culture irriguée, de la planification des aménagements hydro-agricoles, à la commercialisation, en passant par la réalisation des équipements, le financement des investigations et des facteurs de production, l'organisation et la formation des producteurs.

Cette orientation procédait d'un souci politico-économique visant à asseoir fortement le développement de la culture irriguée dans un milieu où les traditions agraires s'articulaient autour du pluvial et de la décrue. Elle résultait également de la volonté de l'Etat de contrôler et d'orienter le processus de développement vers la réalisation des objectifs économiques fixés à travers les différents plans. Les recherches, notamment de l'ISRA mais également des institutions partenaires, ORSTOM, IRAT, CIRAD, ADRAO, *etc.*, intervenaient également dans cette optique, servant de soutien et d'accompagnement à la politique de développement de l'Etat.

Malgré les difficultés, notamment de la SAED et de l'ISRA, des résultats importants ont été acquis (même si les objectifs initiaux n'ont pas été atteints), mais au prix d'un coût financier et d'un endettement extrêmement importants pour l'Etat.

A partir de 1980, le Sénégal adopte des plans de redressement économique et financier (PREF) et met en oeuvre des plans d'ajustement structurels définis avec la Banque Mondiale et le FMI pour restaurer l'équilibre des grands agrégats macro-économiques. Depuis lors, le développement de la culture irriguée est marqué par les effets des mesures liées à ces politiques. Elles ont conduit, dans le cadre de la nouvelle politique agricole (NPA) à la réduction des subventions à la production et au désengagement de la SAED. Les effets recherchés à travers ces mesures sont essentiellement la réduction des dépenses publiques (masse salariale, subvention directe) et la libéralisation de l'économie.

De façon concomitante, des dispositions institutionnelles et réglementaires ont été réactivées ou mises en place pour rendre l'environnement favorable à la mise en oeuvre de ces nouvelles orientations. On peut notamment souligner :

- la création des communautés rurales dans la région du fleuve ;
- l'assouplissement juridique des formes d'organisation avec les législations relatives aux GIE et aux sections villageoises (1984) ;
- le reversement des zones pionnières dans les zones de terroir (1986) ;
- la création de la Caisse Nationale de Crédit Agricole (1986) ;
- la libéralisation partielle de la filière rizicole ;
- la réduction des subventions.

En raison de la brutalité du désengagement de la SAED et d'une certaine précipitation dans les prises de décision, le cadre institutionnel du développement de l'agriculture irriguée connaît aujourd'hui des dysfonctionnements très importants. Face à cette situation, les opérateurs économiques (GIE, OP, AVD, Unions, prestataires privés, fournisseurs industriels *etc*) développent des stratégies multiformes d'adaptation, de survie ou d'accumulation en fonction d'objectifs économiques et sociaux très variables et dont on peut s'interroger sur leur convergence.

Après la réalisation des infrastructures hydro-agricoles, c'est maintenant la question du pilotage du développement dans son ensemble qui se pose avec urgence. Cette question renvoie notamment aux problèmes de la législation foncière, des stratégies collectives, de la recherche-développement, du financement de la production, de la compétitivité des filières agricoles, *etc*.

L'apparition de ces interrogations à travers les thèmes abordés lors de l'atelier, montre la sur-détermination des facteurs institutionnels sur l'issue des enjeux actuels. En effet, l'environnement institutionnel détermine pour une grande part les choix des acteurs, la configuration de la scène, les jeux et enjeux mis en évidence çà et là. La question institutionnelle ne doit cependant pas être perçue comme un simple cadre, un champ neutre, sans contenu ni sens. Elle renvoie certes aux politiques macro-économiques de l'Etat, mais aussi à toutes les échelles où s'élaborent, se définissent et se négocient les rapports entre les acteurs, les valeurs et les références. C'est dans cette logique que s'inscrivent les contributions de cette partie de l'ouvrage.

A l'échelle de l'Etat, Sidibé aborde la question de la pertinence des choix économiques sur la filière riz, en mettant le doigt sur la question sensible de la compétitivité du riz local. Se situant du point de vue de la rationalité de l'Etat, il s'interroge sur l'efficacité des instruments de politique agricole utilisés, avant d'envisager les effets prévisibles de l'utilisation d'autres instruments comme la dévaluation.

Bien qu'abordant la question des politiques macro-économiques, Wackermann ne se limite pas quant à lui à une analyse partielle. D'emblée, il se situe aux échelles locale et régionale et aborde les enjeux financiers de la filière riz dans leur globalité. L'accent est mis sur la cohérence entre les politiques affichées de développement de la filière locale et les différents intérêts en jeu dans la filière. Wackermann dévoile les stratégies des différents acteurs en scène et montre les impacts de leurs jeux sur la crise du financement de la production (Agence de crédit, bailleurs de fonds, groupes privés, SAED, politiciens, organisations paysannes *etc*).

Parmi ces acteurs, le rôle capital des organisations paysannes est de plus en plus reconnu. A ce titre, N. Sall, leader paysan, livre son témoignage et nous présente l'image d'une organisation paysanne fédérative à travers l'UJAK, dont il retrace l'histoire, l'évolution des objectifs, les activités et les problèmes.

L'exposé de N. Sall révèle l'ambition des organisations paysannes de se positionner en interface entre la localité et les intervenants extérieurs, en remplaçant la SAED et en bousculant les fournisseurs privés d'intrants.

Sur ce chapitre, I. Dia s'interroge sur la capacité des OP à assurer ces fonctions et se propose d'aller au delà des ambitions affichées des leaders. Il se pose la question de la performance tant interne qu'externe des organisations paysannes à travers une analyse des mécanismes de fonctionnement, mais aussi des valeurs culturelles qui sous-tendent leur dynamique.

Cet accent mis sur l'émergence des acteurs nouveaux que sont les OP, les privés, les agences de crédit, laisse penser que la SAED, qui, depuis bientôt vingt ans, a occupé seule le devant de la scène, s'est trop rapidement désengagée. Les contributions de Faye, Bélières et Fofana d'une part, et de Camara d'autre part, montrent qu'on assiste, à cette période de transition, à une redéfinition des fonctions de la SAED dans deux directions principales : le suivi-évaluation et l'appui conseil-vulgarisation. A travers une présentation de la banque de données SAED comme outil central de suivi-évaluation, Faye, Bélières et Fofana nous donnent une image du contenu que la SAED donne à cette fonction. A travers une description de la conception de cette base de données, de sa structure et de ses produits, ils montrent les usages possibles de cet outil mais aussi ses limites objectives et les pistes d'amélioration envisageables.

Contrairement à la fonction de suivi-évaluation, dont la nouveauté à la SAED explique les difficultés de conceptualisation, la fonction de vulgarisation est très ancienne. Camara retrace l'évolution de la démarche en la liant aux différentes étapes de restructuration institutionnelle de la SAED, et tente d'en saisir le fil conducteur. Il met en évidence les différentes tentatives de repositionnement, les pesanteurs de différents ordres qu'ont marqué la définition de cette fonction.

Par la diversité des thèmes abordés par les contributions des différents auteurs, ce chapitre fournit une image complète de la problématique institutionnelle dans la vallée, mais montre en même temps la complexité de la question et la nécessité d'une approche systémique pour en rendre compte et dégager des perspectives.

□ □ □

S. M. Seck\* et I. Dia\*\*

\* Géographe, consultant \*\* Sociologue, ISRA, Saint-Louis



# Effet des politiques macro-économiques sur le niveau de protection de la filière du riz local irrigué

□ □ □

M. Sidibé

Agro économiste, Bureau d'Analyses Macro-Economiques/ISRA

## AVERTISSEMENT

L'auteur tient à avertir le lecteur qu'au moment de la préparation de ce document, le changement de parité du FCFA par rapport au franc français était probable, mais n'était pas encore effectif. La simulation contenue dans ce document sur la dévaluation était un exercice prévisionnel dont l'objectif était d'attirer l'attention des décideurs sur les effets potentiels de la surévaluation du FCFA. Toutefois, le taux de change estimé étant assez proche du taux actuel de change, l'impact espéré de la dévaluation sur le niveau de protection de la filière du riz local demeure valable.

## PROBLÉMATIQUE

Les différents instruments de politique macro-économique utilisés par le secteur public sénégalais pour intervenir dans la compétitivité économique et privée du riz local irrigué, ne plaident pas toujours en faveur de la promotion de cette culture. Les politiques de prix ont été largement utilisées dans l'agriculture comme instruments privilégiés d'intervention pour orienter les incitations et façonner le développement économique et social. En effet, la rationalité d'un développement basé sur l'industrie comme moteur du développement postule que le secteur agricole doit sous-tendre le développement industriel en lui fournissant de la matière première (produits agricoles), des capitaux et de la main d'oeuvre essentielle à son développement. Le mécanisme utilisé pour extraire les surplus agricoles reposait essentiellement sur les politiques de prix. Cette stratégie se confirme dans le cas du riz, production duale de par son importance dans la consommation et le revenu des ménages.

## OBJECTIFS

Globalement on se propose d'étudier de façon sectorielle, en prenant uniquement en compte le marché du riz, l'efficacité des interventions du Secteur Public sur la filière du riz irrigué. De façon spécifique on se propose :

- 1) d'inventorier les barrières commerciales (tarifaires, non-tarifaires et autres formes d'intervention) mises en place pour contrôler la filière ;
- 2) de montrer les mécanismes d'action de ces mesures protectionnistes ainsi que les groupes sociaux qui en sont les principaux bénéficiaires ;
- 3) de mesurer l'orientation résultant des effets isolés et combinés des instruments de politiques utilisés ;
- 4) de simuler les effets de ces mesures sur le niveau de protection accordé aux producteurs de paddy.

## MÉTHODOLOGIE

La démarche suivie consiste à :

- 1) déterminer le **prix paritaire à l'importation** du riz paddy rendu dans le Delta en partant des prix internationaux. Cette étape est basée sur les prix pratiqués sur le marché mondial (FOB) ramenés à leurs équivalents prix frontières (CAF), en tenant compte des rabais de brisures, des taux officiels de change, des coûts de transport et des assurances. La démarche sera poursuivie par l'addition des coûts domestiques que sont les coûts portuaires, la marge des grossistes, le transport à la zone principale de production, la transformation et le transport local.
- 2) déterminer le **prix moyen pondéré domestique** du riz local en tenant compte du prix officiel, du marché parallèle et des autres imperfections de marché identifiées dans la zone (autoconsommation, délais de paiement) ;
- 3) calculer les **coefficients nominaux de protection** (pour le producteur et le consommateur) en comparant le prix domestique et le prix paritaire à l'importation du riz brisé. Un rapport supérieur à 1 traduit une intervention favorisant le producteur tandis qu'un rapport inférieur à 1 est favorable au consommateur. Un rapport de 1 traduit une intervention neutre. Ce calcul se fera d'abord partiellement pour chaque type d'intervention identifié et ensuite globalement pour toutes les formes d'intervention.
- 4) simuler l'impact de la correction du taux de change, des barrières tarifaires et du transfert total des charges de collecte sur le niveau de protection accordé au producteur de paddy.



## POLITIQUES MACRO-ÉCONOMIQUES

Les politiques macro-économiques adoptées par le secteur public et qui affectent la filière du riz local peuvent être classées dans quatre catégories principales d'intervention.

- 1) les barrières tarifaires ;
- 2) les barrières non-tarifaires ;
- 3) les prix macro ;
- 4) les barrières internes.

Les paragraphes suivants examinent ces types d'intervention en isolant leurs effets et en faisant ressortir les groupes socio-économiques qui en sont les bénéficiaires.

### Les barrières tarifaires

Ces restrictions commerciales sont constituées par des taxes variables dont l'objectif est de limiter les quantités importées de riz brisé en élevant le prix domestique au delà du prix international. Elles concernent les droits de douane (DD) d'un montant de 15% du prix CAF et des droits fiscaux (DF) d'un montant de 0,3% de la valeur CAF, pour un total de 15,3% du prix CAF. Sur le plan national, ces restrictions constituent une taxe implicite au consommateur de riz importé, une subvention implicite aux producteurs de paddy et une source sûre de revenus pour le trésor public compte tenu de sa facilité d'application. Sur le plan des échanges internationaux, ces mesures rapprochent le taux officiel de change de son niveau réel d'équilibre. A travers cette forme de protection, l'Etat procède à un transfert de revenus des consommateurs vers les producteurs de paddy et vers le trésor public et tout en rééquilibrant de façon indirecte son taux officiel de change.

### Les barrières non-tarifaires

Ces restrictions commerciales appelées également "quotas" concernent les restrictions quantitatives imposées sur les quantités maximum de riz tolérées à l'importation. La réglementation en vigueur accorde un quota de 340.000 t de riz par an, dont 240.000 t de riz brisé, 20.000 t de riz entier et 40.000 t de riz intermédiaire. La CPSP a le monopole de l'importation du riz brisé. Ces restrictions quantitatives constituent également une taxe implicite au consommateur de riz importé, une subvention implicite aux producteurs de paddy et une rente supplémentaire aux détenteurs de quotas. Sur le marché des taux de change, ces mesures rapprochent également le taux officiel de change de son niveau réel d'équilibre. A travers cette forme de protection, l'Etat redistribue des revenus en provenance des consommateurs de riz importé vers les producteurs de paddy, vers les privés et la CPSP qui sont détenteurs des quotas. Ces barrières commerciales permettent également à l'Etat de rééquilibrer son taux officiel de change.

## Les prix macro

Ces restrictions constituent la résultante d'un ensemble de forces internes au fonctionnement de l'économie et concernent les taux de change, les taux d'intérêt et les taux d'inflation. Dans cette étude il ne sera tenu compte que des taux de change à cause de leur implication directe sur les incitations à produire ou à importer, des différents agents économiques. Selon les études les plus récentes du "Club du Sahel", la surévaluation du franc CFA pour le cas du Sénégal est d'environ 70%. Globalement cette surévaluation est une subvention implicite aux importations de riz et une taxe indirecte aux producteurs de paddy.

## Les barrières internes

Celles-ci concernent les formes d'intervention adoptées par le secteur public pour réglementer les prix pratiqués au niveau des consommateurs de riz, des producteurs de paddy et des grossistes de riz.

Au niveau des consommateurs, le prix du riz brisé est fixé par l'Etat, sans subvention de transport (depuis 1991). Les prix pratiqués au niveau des régions doivent uniquement s'expliquer par le coût de transport. Ces prix oscillent entre 130 et 140 FCFA le Kg. Le prix du riz entier est laissé libre avec un plafond qui se situe entre 250 à 300 FCFA le Kg. Cette politique soutient les consommateurs de riz brisé tout en contraignant le prix du riz local au consommateur, à s'aligner à ce niveau.

Au niveau des producteurs, le prix du riz paddy payé est fixé par le secteur public à 85 FCFA le Kg. Cependant l'observation (SAED, 1993) atteste que 55% seulement de la production est vendue à ce prix. Le reste de la production passe par le marché parallèle au prix moyen de 65 FCFA le Kg (12% de la production), ou rentre dans l'autoconsommation familiale (33% de la production). Le coût d'opportunité de cette dernière utilisation est estimé à 110 FCFA le Kg. Il est à noter que les producteurs ne reçoivent pas immédiatement le prix officiel de 85 FCFA ; des délais de paiement moyens de deux mois sont observés entre la livraison du paddy et la réception du produit de la vente. Cette situation est fortement associée aux ventes sur le marché parallèle à des prix très bas, devant l'urgence de trouver les fonds nécessaires au rachat du crédit de campagne. En résumé, il convient de retenir que la pratique du prix officiel constitue une forme de segmentation du marché du riz qui pénalise fortement les producteurs de la zone au profit du marché parallèle.

Au niveau des grossistes de riz brisé la marge est fixée par l'Etat à 10 FCFA le Kg avec des achats minimums de 10 tonnes. L'obtention d'une licence est obligatoire pour les grossistes de riz non brisé.

## EFFETS DES POLITIQUES MACRO-ÉCONOMIQUES

### Cadre d'analyse

La méthodologie utilisée s'appuie sur une analyse de l'équilibre partiel de la filière du riz compte tenu des politiques macro-économiques prises par le secteur public. Le marché des facteurs de production n'est pas considéré dans l'étude. Les coefficients nominaux de protection (CNP) sont utilisés comme mesures d'efficacité du degré de protection accordé à la filière riz local irrigué. Le tableau 1 donne des détails sur la démarche utilisée pour dériver les prix paritaires aux importations de riz et les coefficients nominaux de protection.

### Les hypothèses de travail

Les prix FOB (Thaï 5% de brisures) exprimés en dollars constants de 1985 par le "Manufacturing Unit Value" (MUV) sont utilisés comme prix frontières. Un rabais de qualité de 30% (entre 65 à 100% de brisures) de la valeur FOB est appliqué pour tenir compte du degré de brisures.

Un coefficient de transformation du riz paddy de 66,6% (norme Delta 2000) a servi à déterminer l'équivalent paddy du riz importé (SAED, 1993).

Un coût moyen d'usinage de 12,4 FCFA par Kg (norme Delta 2000) est utilisé à partir de 1990/91.

Le prix au producteur du paddy est un prix agrégé obtenu en prenant en compte le prix officiel (85 FCFA par Kg), le prix du marché parallèle (65 FCFA par Kg) et celui de l'autoconsommation familiale (110 FCFA par Kg). Ces prix sont pondérés par leur part de marché qui sont respectivement de 55%, 12% et 33%.

### Les résultats de base

Le tableau 1 illustre les différents résultats obtenus pour la situation de base (moyenne de 1984/85 à 1991/92). Globalement les effets accumulés montrent une protection positive pour le producteur. Le taux nominal brut moyen de protection de 1.83 (83.3%) est au delà du taux cible national de 43% prévu pour une tendance à long terme de protection minimum des céréales locales. Le prix paritaire aux importations, rendu au marché de Saint Louis, est d'environ 50 FCFA par Kg. Le prix au consommateur, sans tarif serait d'environ 99 FCFA par Kg à Dakar et d'environ 110 FCFA par Kg rendu à Saint Louis.

### Effets du Tarif

En appliquant un tarif variable de 15,3% sur la valeur CAF des importations de riz brisé, le CNP brut de 1,59 (59%) traduit un niveau de protection toujours supérieur au taux cible de 43%. La protection est cependant inférieure au taux de la situation de référence (1,83). La réduction de la protection peut

être associée à la faible élasticité prix de la demande de riz et soulève en même temps la pertinence du quotas établi en 1985 pour limiter les importations de riz brisé. Le consommateur, comme prévu, supporte le poids de l'intervention. Le prix du riz brisé à Dakar serait d'environ 111 FCFA par Kg. Le prix paritaire aux importations passe à 57 FCFA par Kg.

ANNEES	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
<b>FOB US\$ T THAI 5%</b>	<b>254.8</b>	<b>215.9</b>	<b>206.4</b>	<b>219.4</b>	<b>277.6</b>	<b>259.9</b>	<b>208.4</b>	<b>207.1</b>
<i>- RABAIS 30%</i>	<i>178.3</i>	<i>151.1</i>	<i>144.4</i>	<i>153.5</i>	<i>194.3</i>	<i>181.9</i>	<i>145.8</i>	<i>144.9</i>
<i>FRET ASSURANCE</i>	<i>48.00</i>	<i>48.00</i>	<i>48.00</i>	<i>48.00</i>	<i>48.00</i>	<i>48.00</i>	<i>48.00</i>	<i>48.00</i>
<b>CAF US\$ T</b>	<b>226.3</b>	<b>199.1</b>	<b>192.4</b>	<b>201.5</b>	<b>242.3</b>	<b>229.9</b>	<b>193.8</b>	<b>192.9</b>
<i>TAUX CHANGE</i>	<i>436.9</i>	<i>449.2</i>	<i>346.3</i>	<i>300.5</i>	<i>297.8</i>	<i>319.0</i>	<i>272.2</i>	<i>260.5</i>
<b>CAF CFA KG</b>	<b>98.9</b>	<b>89.4</b>	<b>66.7</b>	<b>60.5</b>	<b>72.1</b>	<b>73.3</b>	<b>52.7</b>	<b>50.2</b>
<i>TRANSPORT</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>
<b>PRIX ENTREPOT</b>	<b>109.9</b>	<b>100.4</b>	<b>77.7</b>	<b>71.5</b>	<b>83.1</b>	<b>84.3</b>	<b>63.8</b>	<b>61.2</b>
<i>F. FINANCIER</i>	<i>7.6</i>	<i>7.0</i>	<i>5.4</i>	<i>5.0</i>	<i>5.8</i>	<i>5.9</i>	<i>4.4</i>	<i>4.3</i>
<b>PRIX PORT</b>	<b>117.6</b>	<b>107.5</b>	<b>83.0</b>	<b>76.6</b>	<b>89.0</b>	<b>90.2</b>	<b>68.2</b>	<b>65.5</b>
<i>TRANSPORT</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2.2</i>	<i>2.2</i>
<b>PRIX GROS</b>	<b>117.6</b>	<b>107.5</b>	<b>83.0</b>	<b>76.6</b>	<b>89.0</b>	<b>90.2</b>	<b>70.4</b>	<b>67.6</b>
<i>MARGE GROSSISTE</i>	<i>9.0</i>	<i>9.0</i>	<i>9.0</i>	<i>9.0</i>	<i>9.0</i>	<i>10.0</i>	<i>10.0</i>	<i>10.0</i>
<b>PRIX DETAIL</b>	<b>126.6</b>	<b>116.5</b>	<b>92.0</b>	<b>85.6</b>	<b>98.0</b>	<b>100.2</b>	<b>80.4</b>	<b>77.7</b>
<i>TRANSP S. LOUIS</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>2.2</i>	<i>2.5</i>
<b>PRIX DET S. LOUIS</b>	<b>126.6</b>	<b>116.5</b>	<b>92.0</b>	<b>85.6</b>	<b>98.0</b>	<b>100.2</b>	<b>82.6</b>	<b>80.2</b>
<b>EQUIVAL PADDY</b>	<b>82.8</b>	<b>76.1</b>	<b>60.2</b>	<b>55.9</b>	<b>64.0</b>	<b>65.5</b>	<b>54.0</b>	<b>53.4</b>
<i>TRANSFORMATION</i>	<i>13.0</i>	<i>13.0</i>	<i>13.0</i>	<i>13.0</i>	<i>13.0</i>	<i>13.0</i>	<i>12.4</i>	<i>12.4</i>
<b>VALEUR RIZ.</b>	<b>69.8</b>	<b>63.1</b>	<b>47.2</b>	<b>42.9</b>	<b>51.0</b>	<b>52.5</b>	<b>41.6</b>	<b>41.0</b>
<i>COLLECTE</i>	<i>5.8</i>	<i>5.8</i>	<i>5.8</i>	<i>5.8</i>	<i>5.8</i>	<i>5.8</i>	<i>5.8</i>	<i>5.8</i>
<b>PRIX PARITAIRE</b>	<b>64.0</b>	<b>57,4</b>	<b>41.4</b>	<b>37.2</b>	<b>45.3</b>	<b>46.8</b>	<b>35.9</b>	<b>35.3</b>
<b>PRIX PRODUCTEUR</b>	<b>80.4</b>	<b>90.9</b>	<b>90.9</b>	<b>90.9</b>	<b>90.9</b>	<b>90.9</b>	<b>90.9</b>	<b>90.9</b>
<b>CNP</b>	<b>1.3</b>	<b>1.6</b>	<b>2.2</b>	<b>2.4</b>	<b>2.01</b>	<b>1.9</b>	<b>2.5</b>	<b>2.6</b>
<b>TAUX PROTECTION</b>	<b>25.5</b>	<b>58.3</b>	<b>119,3</b>	<b>144.4</b>	<b>100.6</b>	<b>94.3</b>	<b>153.4</b>	<b>157.7</b>

En gras : prix aux différents stades

En italiques : coûts additionnels

Tableau 1 : décomposition du prix du riz importé

## Effets de la dévaluation

En corrigeant la surévaluation du franc CFA par rapport au dollar avec un taux de correction de 70% (Club du Sahel, 1992), la protection accordée au producteur tombe au niveau de 1.07 (7%). Ceci correspond pratiquement à une protection neutre entre producteur et consommateur. Le prix au consommateur se situe alors autour de 152 FCFA par Kg à Dakar et environ 155 FCFA par Kg rendu à Saint Louis. Le prix paritaire aux importations est d'environ 85 FCFA par Kg ; ceci correspond au prix d'intervention actuel au producteur.

## Le transfert des charges de collecte du paddy

Les mesures déjà prises pour assainir la filière du riz local irrigué ont entamé le processus de transfert des charges de collecte du paddy (transport, ensachage, pesage) au producteur. La suppression de la subvention des frais de collecte du paddy porte le CNP à 1,64 : la protection accordée au producteur reste effective (niveau assez proche de celui de la situation de référence).

## Effets combinés

Si on analyse l'effet global du tarif de la dévaluation et des charges de collecte, le producteur ne bénéficie plus d'une protection (CNP de 0,88). Ce coefficient traduit que la structure de l'incitation relative engendrée par les effets combinés des trois mesures de politiques ne sera pas favorable aux producteurs de paddy.

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les décisions prises dans le secteur agricole ont largement utilisé les ajustements de prix comme instruments majeurs pour réguler la production et la consommation de riz. Ces politiques trouvent leur justification dans l'arbitrage des intérêts conflictuels entre producteurs et consommateurs. Cependant, au delà de ce but avoué, les instruments mis en oeuvre constituent des réponses valables, à une situation dont l'impulsion réside avant tout :

- 1) dans les difficultés à maintenir le taux officiel de change à un niveau acceptable ;
- 2) dans la volonté de redistribution de revenus et de bien être dont le trésor public est le principal bénéficiaire.

Les coefficients nominaux calculés sur la période allant de 1984 à 1991 témoignent d'une protection moyenne convenable accordée aux producteurs de paddy. Le retrait de la subvention sur les charges de collecte du paddy laisse également le producteur à un niveau de protection adéquat.

Le tarif appliqué sur les importations de riz brisé n'a pas freiné l'évolution de ces dernières malgré le quotas de 340.000 t de riz par an. Cette situation peut également être associée aux entrées frauduleuses de riz dans le pays. Le tarif,

en augmentant le prix social du riz, a par ailleurs engendré une légère réduction de la protection nominale du producteur.

La surévaluation du FCFA constitue un facteur déterminant dans les profits tirés du riz. Une dévaluation de 70% du FCFA s'est traduite par une protection nette du producteur pratiquement neutre et un prix paritaire aux importations d'environ 85 FCFA par Kg dans le Delta. Ce coût du riz brisé équivaldrait au prix actuel au producteur avec la subvention des charges de collecte.

L'effet combiné du tarif, de la dévaluation et des charges de collecte s'est traduit par une détérioration de la protection du producteur. Le coefficient nominal de protection calculé (-12 %) est nettement en dessous du taux cible de 43%.

Il faudrait toutefois reconnaître que la protection effective du producteur de paddy est la résultante d'un ensemble de distorsions engendrées par l'intervention de l'Etat pour protéger la filière et optimiser le transfert du surplus à travers la péréquation. Le maintien d'un tarif variable sur les importations de riz brisé doublé d'un quota dont l'efficacité n'est pas évidente, complète ce mécanisme "push-pull" qui a bien fonctionné avant les investissements lourds consentis dans la vallée. Une harmonisation des politiques d'intervention est une alternative louable et un préalable indispensable à la dévaluation.

Dans les perspectives futures, il est fortement recommandé de tenir également compte du marché des facteurs de production afin de poursuivre l'analyse vers les coefficients effectifs de protection et d'avantage comparatif. Cette poursuite de l'effort dans la recherche est en cours d'examen par l'ISRA. Par ailleurs, il est également souhaitable d'étendre l'analyse à d'autres produits et à d'autres zones écologiques.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

□ Club du Sahel, 1991, "Echanges Céréalières et Politiques Agricoles dans le Sous-Espace Ouest, Quelle Dynamique Régionale ? ", *Rapport de Synthèse*.

□ B.L. Salinger, J.d. Striker, 1992, Regional Economic Integration in West Africa : Potential for Agricultural Trade as an Engine of Growth in the Western Subregion

□ SAED, 1993, "Contribution à la Réflexion sur la Filière Rizicole Locale : Bilan et Analyse de la Situation dans la Vallée du Fleuve Sénégal".

□ □ □

# Le financement de la riziculture irriguée au Sénégal : l'exemple de la région du fleuve

□ □ □

J.B. Wackermann

Coopérant du Service national, Société d'Investissement pour le Développement (ONG), Dakar

## PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE DU DÉVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE.

La Nouvelle Politique Agricole (NPA) définie par les autorités du Sénégal en 1972 devait permettre de développer dans le Nord du pays, le long de la vallée du fleuve Sénégal, une agriculture irriguée performante, où les opérateurs privés se substitueraient progressivement à la Société d'Etat chargée jusqu'alors, de toutes les opérations de la filière riz, la SAED.

La transition entre la SAED et les opérateurs privés se fait progressivement mais n'est pas encore achevée à l'heure actuelle.

Jusqu'en 1987, la SAED était responsable du financement, de l'aménagement des terres, de la fourniture des équipements, des intrants agricoles, du conseil et du suivi agricole, des activités mécaniques, de la collecte, du transport, de la transformation du paddy en riz blanc et de la livraison auprès de la Caisse de Péréquation et de Stabilité des Prix, la CPSP.

Les premières opérations dont la SAED s'est désengagée en 1987, ont été le financement, la vente des équipements et des intrants, les prestations mécanisées, le transport.

La deuxième phase, demandée par le plan d'ajustement structurel agricole défini en collaboration avec les bailleurs de fonds du Sénégal, prévoyait à partir de 1993, la mise en oeuvre de la privatisation intégrale de toutes les opérations de la SAED, donc l'abandon de la collecte, de la transformation du paddy, et de sa commercialisation.

La montée en puissance des opérateurs privés face au désengagement de la SAED s'est faite par à-coups, essentiellement en fonction du crédit accordé par les institutions et les programmes privés de financement.

Il a été possible de tirer un bilan du système financier et du fonctionnement économique de la filière riz durant l'année 1993, avant que n'intervienne la dé-

valuation du FCFA de janvier 1994. On se propose à présent d'analyser cet état des lieux en terme de facteurs de réussite et de menaces pour le nouvel environnement économique engendré par la dévaluation.

## PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'ORGANISATION DE LA FILIÈRE RIZICOLE DE 1991 À 1993.

La filière rizicole sénégalaise s'organise essentiellement autour des paysans, des organismes financeurs tels que les institutions financières de la vallée du fleuve Sénégal, avec notamment la Caisse Nationale du Crédit Agricole du Sénégal, la CNCAS, et le FED-PME (projet destiné au financement exclusif des entreprises économiques privées de la vallée du fleuve Sénégal). Les sociétés nationales telles que la SAED chargée initialement de financer et de gérer le développement agricole de la vallée du fleuve Sénégal, ou la Caisse de Péréquation et de Stabilisation des Prix (CPSP), interviennent également dans toute la partie relative à la collecte du riz paddy, à la transformation en riz blanc, à la distribution et à la commercialisation dans le Sénégal, et bien entendu au paiement des paysans. De plus en plus d'opérateurs privés fournissent des intrants agricoles ou des prestations nécessaires à l'organisation et au fonctionnement de la filière.

Cette organisation est illustrée par la figure 1.

Le mécanisme du financement, simplifié par le croquis précédent, sera analysé dans le paragraphe suivant.

## FINANCEMENT AMONT ET AVAL DE LA PRODUCTION

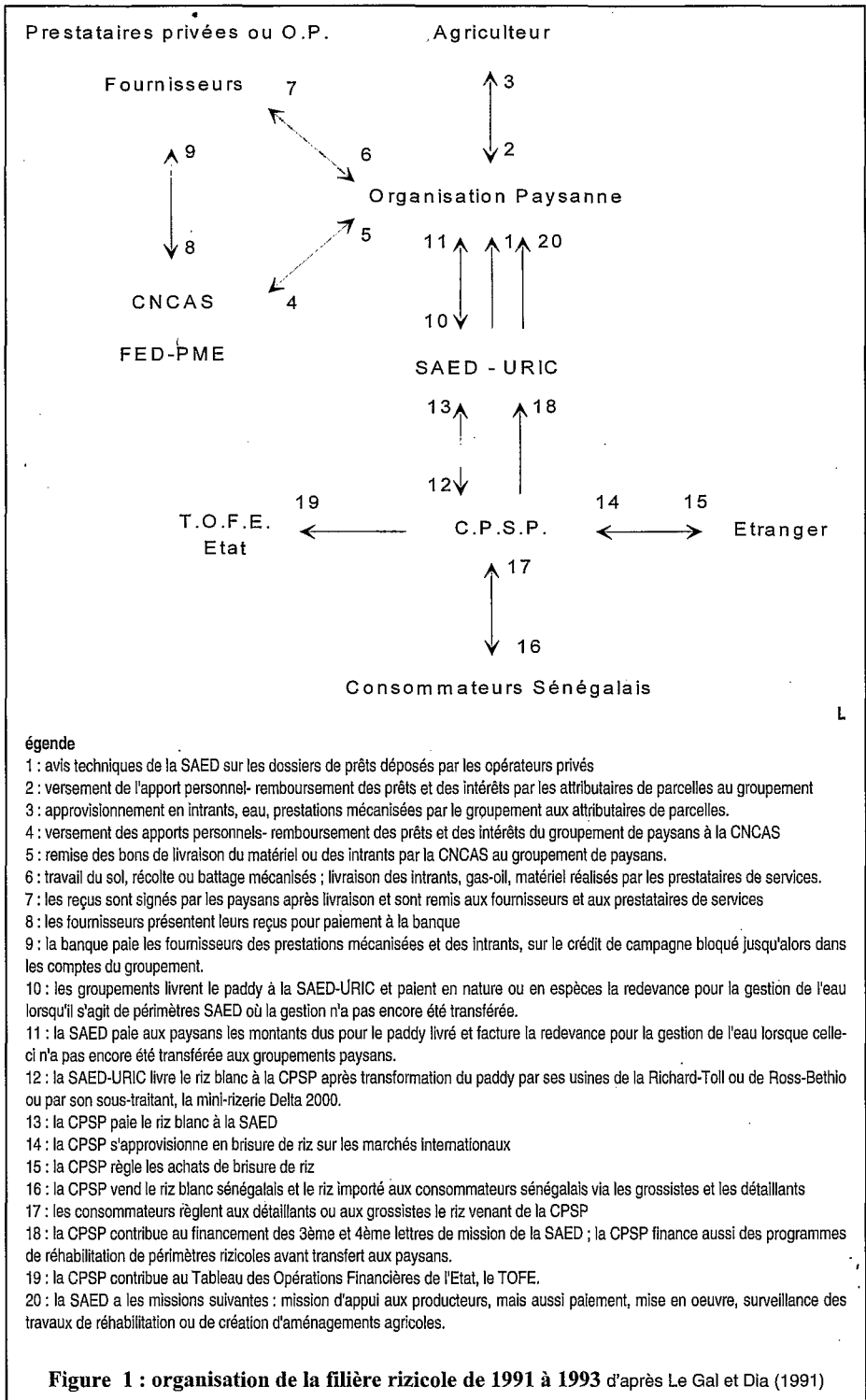
### Un financement adapté aux différentes catégories des Aménagements Hydro-Agricoles (AHA)

Les aménagements hydro-agricoles réalisés le long de la vallée du fleuve Sénégal sont divisibles en trois grandes catégories d'aménagements

- les grands périmètres
- les aménagements intermédiaires
- les petits périmètres

La plupart des grands et des moyens périmètres ont été financés dans le cadre de programmes de coopération, par des bailleurs de fonds étrangers présents au Sénégal. Les cuvettes, de taille variable entre 400 et 1200 hectares représentent un total de 18.000 hectares et ont fait l'objet de programmes d'investissement très importants depuis 1980. La SAED qui est la Société d'Etat chargée de l'aménagement des terres du delta du fleuve Sénégal a généralement coordonné la construction de ces périmètres.





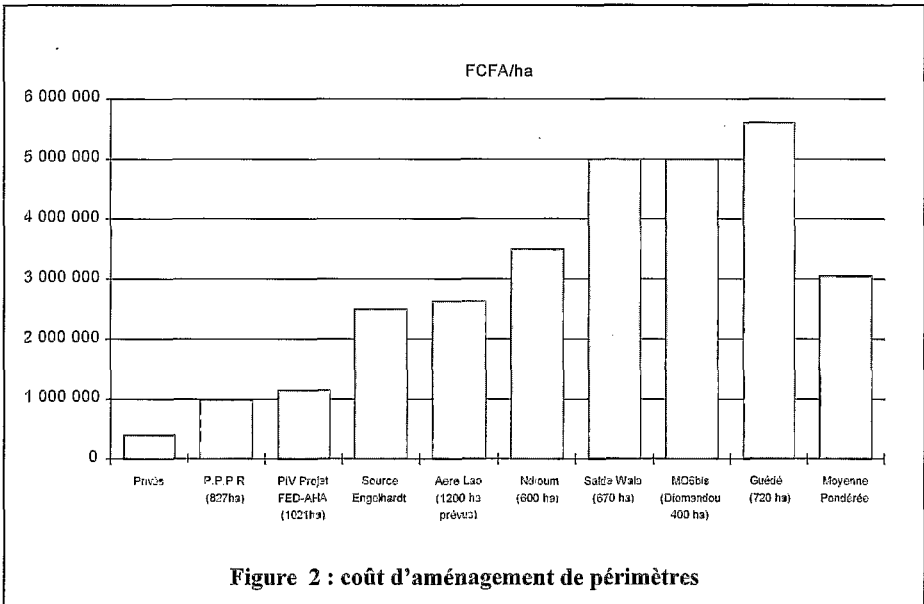
**Figure 1 : organisation de la filière rizicole de 1991 à 1993 d'après Le Gal et Dia (1991)**

Les petits périmètres sont diversement financés. Les programmes de coopération prévoient souvent des aménagements de petits périmètres individuels à destination de groupements villageois. La SAED a financé de très nombreux périmètres irrigués villageois (PIV). Pourtant, les périmètres financés par les paysans eux-mêmes sont de plus en plus nombreux. On évalue à quelques 40.000 hectares la superficie des terres aménagées en petits périmètres.

Il n'y a pas toutefois, de statistiques très précises et fiables sur les surfaces aménagées par les privés.

### Les coûts d'aménagement

Le coût d'aménagement des périmètres est tout à fait variable en fonction du type d'aménagement, de la taille des périmètres, de l'origine du financement.



Les programmes d'aménagement des grandes cuvettes prévus par les bailleurs de fonds sont en général les plus coûteux. En effet, les techniques d'aménagement les plus modernes sont employées : planage parfait au laser des terres destinées à être irriguées ; construction en ciment ou en terre stabilisée des principaux canaux d'irrigation ; équipement des cuvettes en stations de pompage puissantes dotées d'équipements de contrôle conséquents. Tous ces moyens bien maîtrisés et fiables doivent permettre d'assurer une certaine pérennité de l'exploitation, d'autant que des budgets sont désormais consacrés à la formation effective de personnes locales, à l'entretien, à la maintenance et à la réparation de ces équipements. Les échecs précédents ont démontré par l'absurde l'urgence de consacrer d'importants budgets à la formation sans quoi tout investissement de ce genre devient rapidement un gaspillage.

Les périmètres intermédiaires et les programmes d'aménagement de PIV villageois ne sont pas aussi coûteux, car ils n'ont pas recours à tant de techniques lourdes.

Les surfaces réduites ne sont pas planées parfaitement, les canaux moins larges n'ont pas besoin d'être aussi solides et doivent pouvoir être entretenus par les paysans eux-mêmes avec des outils rudimentaires. Ce genre d'exploitation est en général irrigué par un ou plusieurs Groupes-Moto-Pompes équipés, neufs et puissants. Les GMP, ainsi nommés, coûtent évidemment beaucoup moins cher que des stations de pompage. Ils sont particulièrement adaptés à la taille des exploitations et très souples d'utilisation, parfaitement transmissibles et facilement mobiles, ils se laissent réparer par tout mécanicien connaissant les moteurs diesel.

La plupart des périmètres privés financés par les institutions de financement telles que le FED-PME ou la CNCAS ou autofinancés par les paysans eux-mêmes font appel à des techniques encore plus sommaires : le planage est parfois loin d'y être assuré, les canaux sont parfois mal calibrés et profilés quand ils ne sont pas tout simplement en contre-pente, la moto-pompe pas toujours neuve et en bon état.

#### L'état des terres aménagées et l'augmentation potentielle des capacités

##### *Un bon état général des périmètres financés par les bailleurs de fonds*

Durant tout le temps de leur construction, les travaux des nouvelles cuvettes aménagées font l'objet d'un suivi rapproché par les bureaux de contrôle de la SAED ou par ceux des bailleurs de fonds, afin que le cahier des charges soit respecté. Toutefois, il n'est pas rare que certains éléments doivent déjà être réparés dans l'année qui suit leur mise en eau : il en a été ainsi du canal principal de la cuvette de Diomandou où des fissures dans le ciment recouvrant des argiles gonflantes ont été constatées. La société d'aménagement a dû revenir à ses frais, afin de supprimer les défauts.

Les bailleurs de fonds ont consacré d'importants budgets d'investissements pour réhabiliter, c'est à dire remettre en état, des cuvettes, des périmètres ou des stations de pompage exploités depuis une ou plusieurs décennies : il en est ainsi de la cuvette de Guédé, dans le département de Podor, entièrement ré-aménagée et agrandie. C'est également le cas de nombreux périmètres villageois autrefois gérés par la SAED et réhabilités avant le transfert de leur gestion aux groupements paysans.

Ces travaux de réhabilitation sont souvent chers, car les périmètres n'ont pas été entretenus et il faut en refaire le planage, reprofiler et recalibrer les canaux, rééquiper en moto-pompes ou changer la station de pompage.

*Un état des périmètres privés plus aléatoire*

Les périmètres privés ne sont pas en général en très bon état car les paysans qui les ont fait aménager à leurs frais ou avec les fonds prêtés par les bailleurs de fonds n'ont pas respecté un minimum de règles. Alors que les ressources allouées ou disponibles sont prévues en toute logique pour l'aménagement et l'équipement correct d'un certain nombre d'hectares, beaucoup de paysans essaient en général d'aménager entre 10 et 100% de superficies supplémentaires. De même, au lieu d'acheter le GMP neuf initialement prévu avec le nombre adéquat de tuyaux au bon diamètre, en bon état, fourni avec le stock de pièces détachées nécessaire à la maintenance et à l'entretien préventif, les paysans se rabattent finalement sur des équipements d'occasion pour lesquels ils n'ont aucune garantie de bon fonctionnement.

Les risques de salinisation des petits périmètres augmentent avec les économies faites sur les canaux de drainage. Or beaucoup de terres des périmètres irrigués villageois, aménagés en leur temps par la SAED ou des périmètres récemment aménagés par les privés, se retrouvent dans cet état-là après quelques campagnes. Une seule campagne difficile suffit dans beaucoup de cas. L'analyse des situations de ces périmètres a permis de montrer que beaucoup d'entre eux avaient été aménagés sommairement sur des étendues vastes, principalement pour deux raisons :

- d'une part, il est aisé de comprendre que les groupements paysans avaient envie de disposer rapidement d'un outil de travail assez important pour attribuer une parcelle individuelle aux nombreux membres des groupements. Ce souci de solidarité collective a produit ce à quoi il fallait s'attendre : des parcelles individuelles exiguës et mal aménagées pour chaque paysan.
- d'autre part, il faut souligner l'interprétation faite par les institutions locales de la Loi sur le Domaine National qui exige que les paysans, auxquels les terres sont attribuées, les exploitent avant un délai de 2 ans, sous peine de désaffectation. Dans ces conditions, les paysans se sont évidemment empressés de se faire attribuer par les Communautés Rurales les terres ancestrales et ont mis en oeuvre tous les moyens du bord pour les exploiter dans le délai imparti. De là, les faibles résultats constatés.

De nombreux paysans n'ont pas pu réaliser des récoltes satisfaisantes avec de telles exploitations, et se sont rapidement retrouvés dans des situations d'échec complet. Dans tous ces cas, les crédits empruntés n'ont pas pu être remboursés aux institutions de financement.

### Financement de la production

Le financement de la production est souvent lié au type d'exploitation dont disposent les paysans.

Les bailleurs de fonds estiment en général que les projets de financement des grandes cuvettes et des périmètres intermédiaires n'ont des chances de succès que s'ils financent intégralement les besoins d'investissements en aménagements, en équipements, en crédits de campagne ou en fonds de roulement. C'est la raison pour laquelle, les bailleurs de fonds accompagnent leurs projets, de lignes de crédit revolving, qu'ils "logent", c'est à dire qu'ils déposent, auprès des institutions locales de financement. Ces dernières se chargeront de leur gestion active. Les bailleurs de fonds ne demandent pas que ces crédits soient remboursés. Par contre, les institutions locales de financement les prêteront aux groupements paysans sous forme de crédits remboursables. En fonction des remboursements paysans, les institutions locales de financement pourront accorder de nouveaux crédits, et le principe sera reconduit à l'infini.

D'une manière générale, la sélection des attributaires de crédit par les institutions financières, se fait principalement sur les critères suivants : 1) la solvabilité des groupements, mesurée à partir de leur capacité à s'organiser entre eux ; 2) la maîtrise technique des hommes, à la fois sur leurs exploitations et sur les techniques de l'agriculture irriguée ; leur capacité à générer de bons rendements et des résultats économiques et financiers au moins équilibrés assurant la pérennité des exploitations.

Les crédits sont diversement accordés aux paysans par deux institutions de financement opérant dans la vallée du fleuve Sénégal : la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal (CNCAS), et le FED-PME :

- la Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal accorde des crédits dits de campagne avant le démarrage de chacune des campagnes ; le remboursement intervient à la fin de la commercialisation de la production, en général 9 mois plus tard ;
- le FED-PME accorde un fonds de roulement en même temps que les crédits d'investissements. Les deux types de crédit sont remboursés concomitamment selon l'échéancier pluriannuel défini à la mise en place du financement global.

Les organismes de financement ont dû constater de nombreux dysfonctionnements dans l'utilisation des crédits accordés. D'une part, les institutions financières locales ont exercé un contrôle insuffisant et n'ont pas respecté les critères fondamentaux définis plus haut ; d'autre part, elles se sont diversement mais insuffisamment prémunies des risques de comportement malsain de nombreux opérateurs. Chaque maillon du système de production s'est fait remarquer par des comportements en affaires défiant toute considération à long terme de l'avenir de l'agriculture irriguée au Sénégal. Les paysans, les fournisseurs, les agents de la SAED et malheureusement aussi certains agents des communautés rurales, ou des politiciens, ont été à l'origine de très nombreux abus. L'analyse de l'origine des défaillances de remboursement a fait ressortir que la plupart des emprunteurs se sont naturellement organisés pour

consommer l'argent le plus rapidement possible au lieu de l'investir productivement, comme prévu initialement. Cette politique de la terre brûlée par laquelle les mauvais débiteurs se sont défaits de leurs lourdes responsabilités en organisant leur insolvabilité les ont conduits à menacer une fois de plus le système financier agricole.

Les institutions financières ont pu tenter dans quelques cas des procès. Néanmoins, l'immense masse des mauvais emprunteurs n'a guère été inquiétée, car même les saisies ne pouvaient permettre de récupérer les sommes évaporées, gaspillées ou consommées. Il faut remarquer que la plupart des actions intentées en saisie conservatoire de patrimoine ont frappé des propriétaires dont l'équipement avait été donné en garantie ou tombait sous le coup des réserves de propriété d'un bien vendu à crédit.

Les procédures d'attribution de crédit ont dû être renforcées en raison de ces nombreux défauts de remboursement constatés aussi bien par la Caisse Nationale du Crédit Agricole du Sénégal que par le projet du FED-PME.

### Financement de la transformation

L'incapacité structurelle de la SAED à assurer la transformation du riz paddy en riz blanc à des coûts compétitifs a conduit à son désengagement progressif des activités au profit d'un nombre croissant d'opérateurs privés.

La CNCAS a financé la première mini-rizerie privée dans le Delta du fleuve Sénégal au profit des associations de femmes de Ronkh. Bien qu'étant une expérience inédite et intéressante au strict point de vue du test dans un environnement pourtant favorable, l'investissement a été mal conçu au départ et s'est accompagné de l'incapacité des opératrices et des initiateurs masculins de ce projet à résoudre de manière efficace les nombreuses difficultés d'ordre structurel et organisationnel. Le sous-dimensionnement initial de l'investissement et sa mauvaise programmation ont été à l'origine des nombreuses pertes économiques et financières ultérieures.

Dans le même temps se lançait la première mini-rizerie financée par des fonds privés dans le département de Podor. Sa réussite a été exemplaire en raison de son positionnement productif. Son propriétaire avait pu négocier avec la SAED la sous-traitance d'une partie de la transformation du paddy. Comme nous l'avons expliqué, la SAED ne pouvait pas traiter à temps dans ses 2 usines inefficaces et improductives tout le paddy collecté dans la région du fleuve Sénégal. Elle a ainsi sous-traité une partie de la transformation à la société Delta 2000 créée à cet effet par un promoteur privé du département de Podor. Ce dernier a pu profiter de tarifs intéressants de sous-traitance, accordés par la SAED, qui lui ont permis de faire de substantiels bénéfices et de rembourser le crédit que le fournisseur européen d'équipement lui avait accordé pour sa mini-rizerie.

A côté des usines de la SAED et de ces 2 mini-rizeries privées, de nombreuses décortiqueuses individuelles ou collectives ont été financées par des fonds d'origines très diverses, en général privées. Elles ont été attribuées dans le cadre de différents programmes de bailleurs de fonds, d'Organisations Non Gouvernementales (ONG), ou ont été financées à crédit. Quelques unes ont même été payées comptant. Il en est souvent de même des batteuses. Ces équipements répondent aux besoins d'autoconsommation et de transformation des productions domestiques. Ils fournissent des réponses pratiques et rentables aux petits besoins des villages paysans, lorsque leur gestion est saine.

Quelques moissonneuses-batteuses ont également été achetées, en général à crédit auprès des institutions locales de financement telles que le FED-PME, ou la CNCAS. Il est remarquable de noter que certaines d'entre elles ont toutefois été achetées sur les fonds propres d'organisations ou d'unions paysannes, ou même de particuliers fortunés, qui les rentabilisent alors sur de vastes périmètres ou sur des kyrielles de périmètres intermédiaires.

### Financement de la commercialisation

Jusqu'en 1993, la SAED jouait un rôle important dans la commercialisation du paddy. C'est elle en effet qui collectait le paddy auprès des paysans et qui le transformait en riz blanc destiné à être commercialisé sur les marchés sénégalais, via le réseau de distribution mis en place par la Caisse de Péréquation et de Stabilisation des Prix (CPSP). Le département financier de la SAED, L'URIC (Unité autonome des Rizeries et de la Commercialisation), assurait la gestion des achats de paddy aux paysans et la revente du riz blanc à la CPSP. Cette dernière revendait enfin pour le même prix aux grossistes sénégalais et aux détaillants le riz blanc sénégalais et le riz importé par ses soins.

Le mécanisme de la compensation et de la péréquation intervient pour la raison suivante. Le riz sénégalais coûte très cher à la CPSP en raison d'une part du coût d'achat du riz paddy fixé aux paysans, et d'autre part à cause des coûts très élevés de transformation liés à la structure et à l'organisation de la SAED, peu efficace et très dispendieuse. Par contre, malgré les coûts d'importation de riz étranger, même rendu à Dakar, évalué en coût, assurance, fret (CAF) et taxé en douane, la CPSP réalisait, en le distribuant, des marges importantes grâce auxquelles elle pouvait non seulement couvrir ses frais de fonctionnement, mais aussi financer une partie des programmes d'aménagement de terres dans la vallée du fleuve Sénégal. Elle pouvait aussi subventionner le riz transformé par la SAED. Le riz sénégalais pouvait ainsi être vendu au même titre que le riz d'importation soit 122 FCFA aux grossistes et 133 FCFA au détail, alors que son prix de revient était de 175 FCFA le kilo. Le mécanisme de compensation devait ainsi permettre d'encourager le développement de la filière riz. Nous verrons aussi plus loin que la CPSP contribuait de manière importante au budget de l'Etat.

Si dans le principe la CPSP avait toute chance de bien se porter financièrement, il n'en était pas de même de la SAED qui souffrait en permanence de difficultés financières.

Pourtant, la SAED devait en théorie pouvoir s'en sortir. Il était prévu en effet qu'un consortium bancaire, dont la CNCAS était le chef de file, finance ses besoins. A chaque début de campagne, ce consortium accordait à la SAED les crédits de fonds de roulement nécessaires au fonctionnement des usines de la SAED et aux premiers achats du paddy aux paysans du fleuve. Ces achats avaient effectivement lieu, sans qu'il y ait nécessairement paiement immédiat. Après quoi la SAED entamait la transformation du paddy en riz blanc afin de livrer ce dernier à la CPSP. La CPSP payait alors la SAED avec un certain délai. Ainsi, si la SAED avait du retard dans la transformation, et si de plus la CPSP ne lui payait pas dans les délais théoriquement prévus le riz blanc livré, la SAED-URIC se retrouvait dans l'impossibilité de rembourser dans les temps le consortium bancaire. Celui-ci ralentissait donc la mise en place par étapes du fonds de roulement complémentaire. Dans cette affaire, ce sont finalement les paysans qui ont été payés avec des retards accumulés à chacune de ces étapes. La plupart des paysans ayant souvent emprunté aux institutions financières locales pour financer leur campagne (voir plus haut le financement de la production), ces institutions n'ont pas pu être remboursées dans les temps initialement prévus lors de la mise en place du crédit.

Les ressources des institutions financières étant elles aussi limitées, car les disponibilités des banques dépendent évidemment des remboursements des crédits accordés précédemment, la mise en place des crédits de campagne suivants n'a donc pu se faire convenablement pour permettre un démarrage dans les temps du calendrier agricole. Cela a évidemment pu entraîner des pertes de production et donc de rendement lors de la campagne suivante car les insectes ou la chaleur peuvent atteindre les végétaux dans certaines phases de leur croissance si les cultures démarrent trop tard.

De plus, ces délais de règlement par la SAED-URIC ont également conduit les paysans à attendre parfois plus d'un an avant de bénéficier du fruit de leur travail. Avec les décalages dans le temps, leurs possibles bénéfices ont été diminués par les surcharges d'intérêts courant sur les crédits empruntés durant la période supplémentaire. Victimes de ces retards une première fois, beaucoup de paysans se sont par la suite empressés de soustraire à la commercialisation auprès de la SAED, une partie de la récolte suivante afin de vendre par eux-mêmes le paddy sur les marchés, mais à un prix inférieur aux 85 FCFA par kilo de paddy offerts par la SAED, et non-rémunérateur quand le prix est inférieur au prix de revient (<55 FCFA). Le besoin qu'éprouvent les paysans d'obtenir des liquidités, après plusieurs mois de campagne sans rentrées financières, ne peut pas être considéré comme de l'impatience, mais doit être analysé comme la nécessité incompressible de satisfaire des besoins primaires. Néanmoins, la vente au comptant et à perte de quantités parfois non négli-



geables de paddy peut réduire substantiellement la rentabilité de l'exploitation et la capacité de remboursement auprès de l'institution de financement.

Si l'on conjugue ce cercle vicieux, répété sur plusieurs campagnes successives de riz ou de tomate (présentant elle aussi des difficultés semblables de remboursement), aux défauts de remboursement liés aux faibles rendements des exploitations médiocrement conçues, aménagées et mises en culture "à l'économie" par les paysans, tous ces facteurs et les autres déjà mentionnés plus haut ont fait jouer un coefficient multiplicateur négatif puissant par lequel la masse des crédits finalement non remboursés intégralement est devenue significative au point de peser considérablement sur les résultats et sur l'équilibre du bilan des institutions locales de financement, et notamment de la CNCAS. La CNCAS se retrouve à la fin 1993 avec 2 milliards de FCFA de créances irrécouvrables sur le fleuve Sénégal.

La CPSP, et la SAED, pierres d'angle du système financier de la filière riz dont elles se devaient d'être les promoteurs, n'ont pas pu tenir leurs objectifs. Il faut toutefois souligner que le reste de l'environnement n'était pas stabilisé et qu'en l'absence de mécanismes de contrôle et de correction, le cercle vertueux avait toutes les chances de se muer rapidement en cercle vicieux. C'est d'ailleurs ce qui s'est passé.

## COHÉRENCE ET DYSFONCTIONNEMENT DU SYSTÈME FINANCIER

De nombreuses institutions à l'origine de financements divers

On compte plus d'une vingtaine d'institutions finançant l'agriculture irriguée dans la vallée du fleuve Sénégal.

La CPSP finançait jusqu'en 1993 des périmètres irrigués villageois (PIV) ou quelques programmes de réhabilitation de PIV, ou apportait la quote-part sénégalaise aux financements accordés par les bailleurs de fonds internationaux pour les cuvettes rizicoles.

La plupart des bailleurs de fonds internationaux se regroupent en général dans les projets de financement des aménagements. Ces projets sont souvent sous le contrôle du Bureau d'Etudes et de Contrôle de la SAED (le BEC). De plus, un organisme de contrôle extérieur agit en général à la demande des bailleurs de fonds. Enfin, les travaux eux-mêmes sont réalisés par des sociétés de travaux publics sénégalaises ou internationales (en général françaises ou italiennes dans la vallée du fleuve Sénégal).

Il est intéressant de remarquer que ces programmes de financement des aménagements sont particulièrement bien conçus et bien réalisés. Dans certains cas, il existe tout de même des dérapages dans les coûts d'aménagement. Il en est ainsi de certaines sociétés du sud de l'Italie, opérant dans la vallée du

fleuve Sénégal, spécialistes dans les dérapages sur les délais et les surcoûts sans que personne n'explique très bien les raisons objectives de leurs dépassements, car ceux-ci sont souvent contractuellement à leur charge.

### Une politique de financement diversement conçue.

Les institutions locales de financement, notamment la CNCAS et le FED-PME, se sont dotées de manières diverses pour répondre aux initiatives privées des paysans. En effet, la CNCAS ne dispose absolument pas des ressources à long terme ni des ressources à moyen terme suffisantes pour accorder des crédits d'aménagement aux paysans qui en feraient la demande. Par contre, le crédit du FED-PME couvre l'intégralité du besoin de financement (aménagements, équipements, fonds de roulement). Le crédit doit être remboursé par le paysan selon le plan de remboursement prévu et aucun crédit supplémentaire ne sera accordé si celui-ci n'est pas remboursé à 75%.

En l'absence de possibilité de financement des aménagements, la CNCAS n'a pu accorder initialement de crédit qu'aux paysans disposant déjà de leurs terres aménagées et éventuellement équipées par la SAED dans le passé ou par les bailleurs de fonds plus récemment. Or les paysans avaient besoin de davantage de terres. A partir de 1987, certains chefs d'agence de la CNCAS ont alors intégré aux crédits de campagne le financement d'aménagements très sommaires, afin de permettre aux paysans n'ayant pas accès aux grands projets financés par les bailleurs de fonds, de démarrer leur exploitation. Ces arrangements, aisément contrôlables à titre d'expérience de 1987 à 1990 quand le crédit global accordé par la CNCAS dans la vallée était faible, se sont généralisés avec l'élargissement du crédit en 1990. La perte de contrôle sur le processus a alors été immédiate et d'importants détournements de crédit ont pu être constatés : de nombreux opérateurs privés se sont improvisés fournisseurs d'intrants et ont servi d'intermédiaires auprès des paysans pour les aider à créer leurs GIE, les Groupements d'Intérêt Economique, seule structure juridique capable de bénéficier d'un crédit en milieu rural. Sous prétexte de réaliser pour ces paysans les aménagements, la fourniture d'équipements et d'intrants, beaucoup de ces fournisseurs ont encaissé les bons de livraison délivrés par la CNCAS aux paysans (voir premier paragraphe), sans même livrer la contrepartie de leur prestation. Dans d'autres cas, ce sont les membres des GIE, vrais paysans, ou simples détenteurs de droits ancestraux sur des terres familiales, ou mêmes des citadins sans terres à cultiver qui ont profité des crédits de campagne accordés pour satisfaire des besoins personnels extérieurs sans rapport avec l'agriculture.

Ces pratiques ont évidemment eu pour conséquence le non-remboursement de nombreux crédits à la CNCAS, dans les départements de Dagana ou de Podor. Ce sont souvent les mêmes intervenants qui ont sévi et trompé les paysans. Il est fort surprenant de constater que certains fournisseurs intermédiaires qui

ont fait le plus de tort aux paysans se trouvent être les dirigeants de certaines unions de GIE paysans.

Mis à part la CNCAS et le FED-PME, d'autres organisations interviennent plus marginalement. L'UNICEF ou d'autres ONG, nationales ou internationales, essaient d'appuyer les populations les plus économiquement faibles et tout particulièrement les femmes. La dotation en moyens de production paraît être le seul remède à terme. En conséquence, ces organismes caritatifs sont souvent amenés à financer l'aménagement des jardins maraîchers ou rizicoles, qu'ils équipent d'un GMP, de petit matériel, et qu'ils dotent d'un fonds de roulement.

Ces crédits ne sont en général pas remboursables mais constituent des dotations en matériel que les bénéficiaires vont devoir amortir et gérer pour préparer le renouvellement ultérieur.

### Des risques très élevés de non-remboursement des crédits accordés

De manière générale, un débiteur ne rembourse un crédit que s'il a intérêt à le faire. D'où la nécessité de trouver des systèmes de garanties qui permettent au créancier d'exercer la pression suffisante pour être remboursé, en obligeant d'une certaine manière le débiteur à adopter une gestion saine.

La plupart des crédits accordés par les bailleurs de fonds internationaux pour des projets d'aménagement ont souvent été des aides ou des prêts sans réelle contrainte de remboursement entre le bailleur de fonds et le gouvernement du Sénégal. La situation économique et financière du Sénégal a fait l'objet de 10 ans de plans d'ajustement structurel, imposés par le Fonds Monétaire International (FMI) et la Banque Mondiale, mais dans lesquels la France était largement partie prenante. Les prêts d'ajustement structurel accordés chaque année par la France se sont toutefois progressivement transformés en subventions voire en dons, devant la détérioration continue de l'économie et la difficulté éprouvée par le Ministère des Finances du Sénégal à respecter ses engagements. Néanmoins, même si la France s'est montrée faiblement intransigeante, les crédits accordés par les institutions de financement panafricaines telles que la BAD, le FIDA ou l'IDA sont en cours de remboursement.

Pour la plupart des prêts et des dons accordés par les nations riches, il y a lieu en fait de considérer que ces crédits d'aménagement de cuvettes, d'installations de pompage et de stockage sont des dotations en équipement aux populations sénégalaises, que celles-ci se doivent de gérer, de rentabiliser et d'amortir. Or la rentabilité pratique des exploitations paysannes ne le permet pas pour le moment, comme nous allons le voir.

Comme les terres aménagées, les équipements mécaniques et les crédits de campagne ou les fonds de roulement sont exposés aux risques de la filière que nous avons mentionnés plus haut.

Les retards dans la mise en place de la double culture, les décalages de remboursement des crédits de campagne, l'organisation sommaire, inefficace et coûteuse des réseaux de distribution et de commercialisation des intrants agricoles, l'inexpérience, le manque de formation et de professionnalisme de la plupart des ruraux, rendent difficiles les conditions d'exploitation. Dans l'état actuel des choses, les surcoûts et les gaspillages fréquents ne peuvent être maîtrisés rapidement, sans efforts humains considérables de la part des opérateurs et sans financement adéquat de la formation et de l'équipement en infrastructures. Les nombreuses indécidesses, détournements de fonds et abus de confiance, ainsi que les incompétences notoires de personnes qui s'improvisent dans un métier ou une fonction, sabordent définitivement et irrémédiablement le travail qui pourrait être fait pour améliorer techniquement ces résultats.

### **La nécessité de prendre des garanties sur les débiteurs.**

Les deux principales institutions de financement des crédits de campagne font face de manière très différente à la nécessité d'obtenir des garanties pour se prémunir de ces principaux risques.

Pour les deux institutions, la prise de garantie juridique s'est souvent faite d'office sur l'intégralité des biens des demandeurs ainsi que le prévoit le statut de membre de GIE. Tout membre d'un GIE est en effet responsable et solidaire sur son patrimoine propre et personnel, des dettes que ledit GIE pourrait contracter.

### **Les garanties complémentaires recherchées par les financiers**

En garantie opérationnelle, la CNCAS s'est longtemps reposée sur le visa technique et sur l'expression de besoins que les conseillers agricoles de la SAED accordaient aux paysans demandeurs de crédit à la CNCAS. Jusqu'en 1992, de très nombreux certificats de complaisance ont été accordés sans que la CNCAS ne se donne les moyens de réaliser des contrôles sur les données validées par les agents SAED

L'élargissement du crédit, à partir de 1990, à de très nombreux GIE nouvellement créés, a conduit à un grand nombre d'abus, eux-mêmes traduits dans les comptes de la CNCAS par une très forte augmentation des défauts de remboursement.

Cette garantie fondée sur l'expertise technique des agents SAED a dû être remise en cause par la suite étant donné l'absence de fiabilité des documents produits. La CNCAS a alors été conduite à s'investir davantage dans l'étude terrain des dossiers clients : expertise des aménagements, de la capacité à s'organiser des paysans, de leur maîtrise technique des problèmes et des principaux points sensibles de l'agriculture irriguée.

### Mesures prises par le FED-PME.

Le FED-PME. s'est investi dès le début de son activité dans la prise de garanties réelles. Protégé d'après la loi sur les GIE par la possibilité de saisir les biens de tout membre solvable du GIE financé, le FED-PME. s'est voulu encore plus pragmatique en devançant les problèmes de non-remboursement. Le projet demandait immédiatement, avant même l'accord du crédit, un apport de garanties réelles et morales. Parmi ces garanties on peut citer la cession volontaire partielle des salaires des personnes garantes, l'hypothèque de leur domicile, *etc.*

Par ailleurs, le FED-PME. s'est largement investi dans le suivi du démarrage des projets financés. Les projets exigent en effet un suivi très attentif de la part du bailleur de fonds lors des premières années d'activités, particulièrement cruciales en raison des multiples risques liés au démarrage que nous avons déjà longuement identifiés. Le FED-PME a introduit plusieurs procédures de contrôle des sorties de fonds, qui permettent en théorie de maîtriser les risques de détournement. La rigueur de l'application de ces contrôles est toute à l'honneur du FED-PME qui enregistre de la sorte d'excellents taux de remboursement dans la région. Cela ne signifie pas toutefois que les GIE financés ne subissent pas toutes les contraintes de l'environnement économique de la filière, loin de là. Par contre, le projet FED-PME adopte une gestion particulièrement prudente, en terme de procédures et rigoureuse du point de vue de leur application. Il dispose également d'une vision plus dynamique et plus prospective quant à la recherche globale de solutions locales. Il s'appuie sur des négociations de haut niveau entre l'autorité de tutelle, le 6<sup>ème</sup> FED et le gouvernement sénégalais, pour tenter de régler les déséquilibres fondamentaux de la filière ou pour faire appliquer la législation et la faire adapter à l'environnement économique et financier sénégalais.

Le FED-PME finance tout type d'activité, et pas seulement les activités agricoles. Dans un milieu rural, c'est le développement de l'agriculture, par l'augmentation de ses productions et par le développement de son efficacité qui entraîne, en amont et en aval, des développements d'activités de transformation et de nombreux services à valeur ajoutée.

Cette gestion d'ensemble par le biais du financement conduit peu à peu le FED-PME à jouer un rôle de chef d'orchestre de la stratégie de développement du tissu local d'entrepreneurs privés.

**Des conflits de compétences économiques qui ne répondent pas aux exigences de l'environnement.**

Les outils financiers du FED-PME sont certes adaptés pour le financement des investissements et des fonds de roulement d'exploitation des sociétés commerciales ou de services. Ils manquent toutefois de pertinence dans le financement des crédits de campagne. Les fonds de roulement accordés en

même temps que les investissements ne permettent pas de pratiquer la double culture ou tout simplement de démarrer une nouvelle campagne tant que la précédente n'a pas été payée par la SAED-URIC, comme nous l'avons déjà vu plus haut. Il serait peut-être plus judicieux de prévoir un deuxième crédit de fonds de roulement, afin de permettre aux GIE financés de ne pas perdre la possibilité de démarrer une deuxième campagne et donc d'optimiser la gestion de leurs exploitations.

Une autre solution pour le FED-PME serait de laisser à la Caisse Nationale de Crédit Agricole Sénégalais le soin de financer les crédits de campagne. Chacune des institutions aurait alors son domaine de compétence propre. Le FED-PME disposant de ressources à long terme financerait les aménagements, les GMP, et toutes les activités économiques.

La CNCAS accorderait les crédits de campagne, financerait également quelques équipements agricoles.

Afin de compléter le dispositif, il serait souhaitable que le gouvernement et les différentes ONG financent et assurent la formation technique, économique et financière des opérationnels.

La bonne marche du système nécessiterait une plus grande concertation entre les organismes susmentionnés et la mise au point de documents adaptés sanctionnant :

- 1) le niveau des compétences acquises dans un domaine : mécanicien, technicien agricole, pompiste, comptable, assistant juridique ;
- 2) l'expertise des aménagements et de la qualité de l'organisation d'un groupement paysan ;
- 3) les incidents de paiement et de remboursement passés de tout opérateur économique.

A cet égard, il paraît impératif de mettre en place une centrale des risques commerciaux et financiers, alimentée par ces incidents répertoriés suite à des plaintes déposées par les ONG, les banques, les projets de développement, les particuliers.

Cette dernière idée de centrale des risques sera sans doute la plus difficile à mettre en oeuvre tant le système de vie paraît gangrené par les affaires financières, allant des plus petits incidents classiques de la vie de tous les jours aux détournements de haut niveau. Pourtant, cet outil permettra incontestablement de mettre de l'ordre s'il sait être efficace.

Les comportements malsains vis-à-vis du crédit ne sont pas l'apanage d'une certaine catégorie de population puisque nombreux sont les opérateurs économiques, qui comme certains paysans, vont de projet de développement en projet de développement ou d'ONG en ONG afin d'obtenir plusieurs fois le financement des mêmes projets.

Il devient évident que dans un tel contexte, l'utilisation de bases de données et l'échange de fichiers entre les financiers quels qu'ils soient, permettront de remettre à plat la clientèle saine disponible ou tout du moins de veiller à ne pas répéter à l'infini les erreurs sans cesse renouvelées, et qui entament sérieusement et définitivement à court, moyen et long terme, les chances du Sénégal de trouver un jour un quelconque essor.

## Des intérêts et des enjeux qui divergent pour les principaux acteurs

### L'intervention de l'Etat dans l'économie et les enjeux politiques

Jusqu'en 1993, le système de financement de la filière riz reposait sur la Caisse de Péréquation et de Stabilisation des Prix, la CPSP

Avant la dévaluation, pour ses ressources, la CPSP faisait entre 43 et 49 milliards de FCFA de chiffre d'affaires sur l'importation de riz et pratiquement 11,2 à 12,8 milliards de bénéfices sur le riz importé. Ce chiffre variait un peu en fonction des variations du prix du riz importé sur le marché mondial exprimé en dollars et du taux de change. Par ces ressources, la CPSP finançait la péréquation négative sur le riz local, la troisième et quatrième lettre de mission de la SAED et surtout le tableau des opérations financières de l'Etat. Parmi les frais également payés par la CPSP, il y a évidemment les droits de douane sur le riz importé, les impôts et taxes sur les salaires et l'activité.

	Importations à 350.000 tonnes de riz	Importations à 400.000 tonnes de riz
Chiffre d'affaires	42.700.000.000 FCFA	48.927.600.000 FCFA
Bénéfice sur la Péréquation positive	11.168.150.000 FCFA	12.763.600.000 FCFA
Impôts, taxes, douane	+ 4.630.500.000 FCFA	+ 5.292.000.000 FCFA
Capacité de contribution aux activités de l'Etat avant contribution à la filière riz	= 15.798.650.000 FCFA	= 18.055.600.000 FCFA
Contribution Filière Riz	- 3.701.398.881 FCFA	- 4.178.398.881 FCFA
Investissements CPSP	- 263.000.000 FCFA	- 263.000.000 FCFA
Capacité de contribution aux activités de l'Etat après contribution riz	= 11.834.251.119 FCFA	= 13.614.202.119 FCFA
dont Impôts, taxes, douane	- 4.630.500.000 FCFA	- 5.290.000.000 FCFA
Contribution nette au TOFE	- 7.203.751.119 FCFA	- 8.324.202.119 FCFA

TOFE : Tableau des Opérations Financières de l'État.

**Tableau 1 : récapitulatif des données relatives à la CPSP en 1992**

Pour chaque kilo de riz blanc importé vendu à 122 FCFA aux grossistes ou aux détaillants, 13 FCFA étaient immédiatement reversés à l'Etat au titre des taxes de douane. Après déduction de tous les coûts, il restait 32 FCFA à disposition de l'Etat pour le financement de la filière riz locale ou pour toute

autre utilisation. Sur 350 à 400.000 tonnes de riz importé, cela représente 4,6 à 5,3 milliards reversés directement à l'Etat, mais entre 15,8 et 18 milliards de FCFA effectivement disponibles pour l'Etat.

Dans la pratique, l'Etat, via la CPSP finançait la filière riz pour les montants suivants :

Subvention au riz local		Subvention aux frais de fonctionnement de la SAED		Financement des aménagements
1988	965.788.588 FCFA			
1989	1.112.083.657 FCFA			
1990	1.575.086.708 FCFA			
1991	1.741.054.996 FCFA	1991	550.000.000 FCFA	
1992	1.543.753.881 FCFA	1992	934.645.000 FCFA	1.223.000.000 FCFA (source CPSP) 1.700.000.000 FCFA (source MDRH)

MDRH = Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique.

**Tableau 2 : financement de la filière riz par la CPSP**

Soit une contribution globale pour l'année 1992 de 3.701.398.881 FCFA à 4.178.398.881 FCFA de la CPSP à la filière riz.

Il est intéressant de constater que dans la conception du budget de l'Etat, la contribution de la CPSP à l'Etat (impôts et taxes et contribution au TOFE), soit au total environ 12 à 13 milliards de FCFA est 3 fois plus élevé que la contribution à la filière riz. Ce phénomène dure depuis l'existence de la CPSP. Si ces sommes avaient pu être investies chaque année depuis 10 ans dans l'agriculture irriguée, les superficies actuellement aménagées auraient pu être doublées et la dépendance du Sénégal vis-à-vis du riz importé réduite de 30% supplémentaires, soit à un peu plus de la moitié de ses besoins.

En dépit de ces considérations sommaires, il faut se rendre compte de l'influence économique et financière de la SAED et de la CPSP dans la filière rizicole avec l'ancien système.

Ces deux institutions n'ont pas su résister à la tentation d'utiliser de l'argent à court terme. Lorsque la CPSP avait été détournée de ses objectifs initiaux de financement de la filière riz, au profit des contributions au TOFE (de 11,8 à 13,6 milliards de FCFA), il était clair que les intérêts gouvernementaux à court terme n'étaient pas compatibles avec les intérêts des paysans à court terme, moyen terme et long terme.

#### Des facteurs non-incitatifs pour les paysans.

Les paysans y ont évidemment perdu beaucoup : les intérêts financiers courant sur les emprunts bancaires non-remboursés du fait des retards de paiement de la SAED-URIC ; l'impossibilité de démarrer de nouvelles campagnes



avant le remboursement intégral des crédits précédents, la perte de revenus agricoles, l'amortissement plus lent du matériel. Des risques de découragement progressif pouvaient s'ensuivre. Les paysans ont parfois eu tendance à se replier sur eux-mêmes, à vendre, voire à brader sur le marché parallèle leur paddy, à produire pour la seule autoconsommation. Beaucoup ont d'office diminué les cultures de riz irrigué pour revenir lorsque cela était possible à des cultures traditionnelles de décrue ou pluviales. Certains ont émigré vers la ville ou ailleurs et sont venus grossir le flot des chômeurs urbains et des mécontents.

## ENJEUX, IMPLICATIONS ET PERSPECTIVES DU PLAN D'AJUSTEMENT STRUCTUREL AGRICOLE (PASA)

### Les objectifs

L'objectif du Plan d'Ajustement Structurel Agricole (PASA) est de permettre, dans le cadre d'une politique de libéralisation, l'augmentation de la production et la promotion effective des céréales locales à moindre coût économique et financier pour l'Etat, les bailleurs de fonds et la nation sénégalaise.

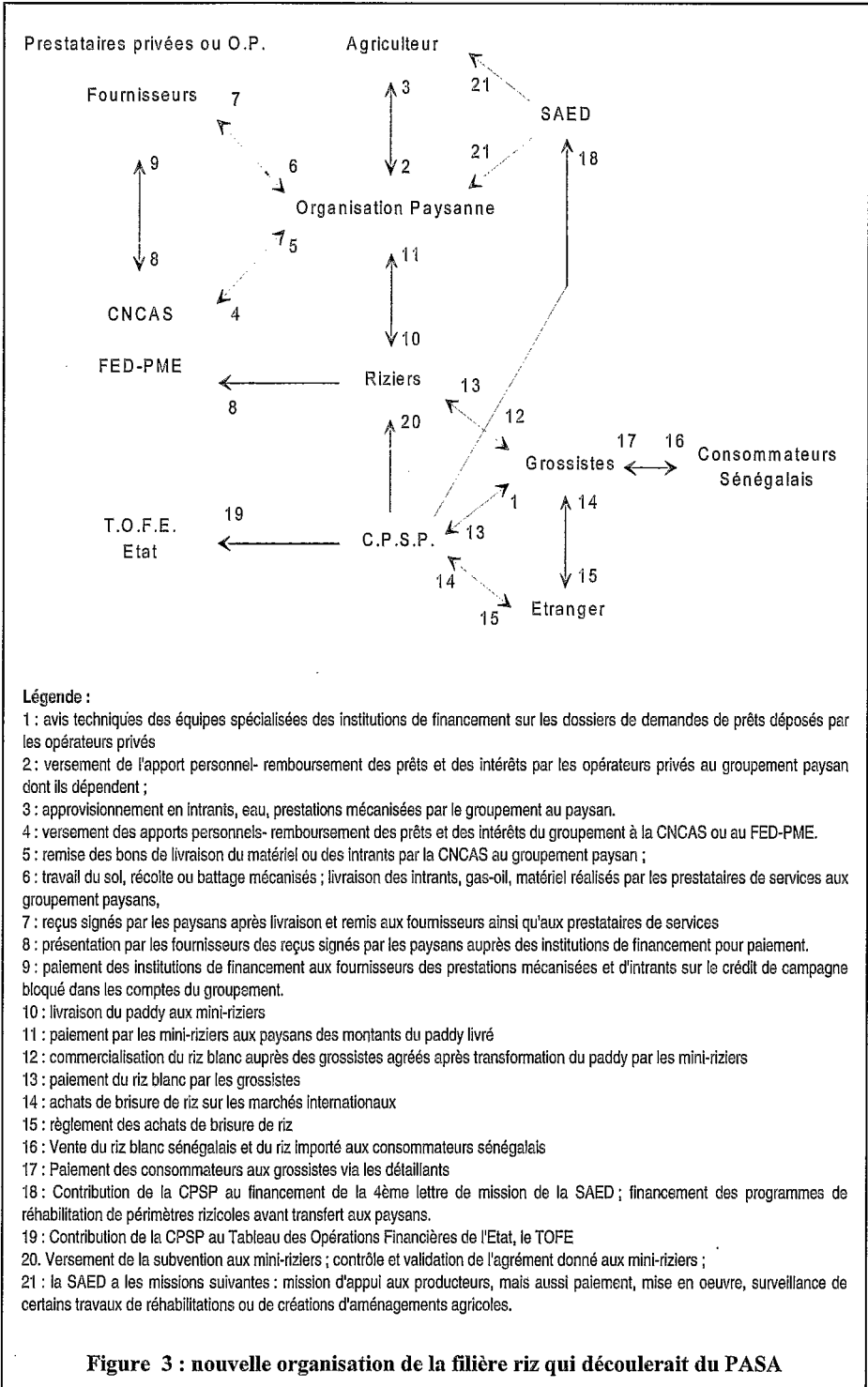
Ce plan, soutenu par le FMI, la Banque Mondiale et le FED ainsi que par la Caisse Française de Développement et les autres bailleurs de Fonds du Sénégal, prévoit pour la filière riz un désengagement complet de l'Etat en ce qui concerne l'achat, la transformation et la distribution du riz paddy et l'arrivée à tous les échelons de la production, de la transformation, et de la commercialisation, d'opérateurs économiques privés.

Le PASA prévoit le retrait de la SAED de l'achat, la transformation et l'usinage du paddy, donc la fermeture des rizeries de la SAED de Ross-Bethio et de Richard-Toll. Le PASA prévoit aussi que la CPSP se désengage de la distribution du paddy au Sénégal au profit de distributeurs privés.

Ces décisions, qui devaient prendre effet dès le 1er janvier 1993, avaient été repoussées au mois de juin 1993, après les élections présidentielles. A l'heure actuelle, la SAED et la CPSP ne se sont pas encore désengagées, bien que les bailleurs de fonds, et notamment la France, le F.M.I. et la Banque Mondiale, poussent à la réalisation complète de ce plan.

Le nouveau système de transformation et de commercialisation prévoit :

- 1) l'achat des productions de paddy directement aux paysans par des mini-riziers privés ;
- 2) la transformation en riz blanc et la revente du riz blanc par les mini-riziers directement ou indirectement aux consommateurs ;
- 3) l'agrément des mini-riziers par un comité spécialement constitué à cet usage.



Afin de protéger le riz produit localement contre le riz d'importation moins coûteux, le nouveau système de financement prévoyait une subvention dégressive au riz local basée sur un système de prix de référence du riz paddy à 75 FCFA le kilo et du riz blanc sorti d'usine à 142 FCFA le kilo.

Le prix paddy de référence au producteur était fixé à 75 FCFA le kilo, ce qui correspondait à la moyenne entre le prix officiel de 85 FCFA payé alors par la SAED et le prix moyen pratiqué sur le marchés parallèle (65 FCFA). Ce prix devait permettre une relative stabilisation des revenus des paysans.

Le prix de référence du riz blanc sorti usine avait été calculé sur la base du coefficient de transformation des rizeries SAED, soit 65 %, du prix de référence de 75 FCFA pour le riz paddy, et des divers coûts de transformation prévus pour les usines types. Il a ainsi été déterminé à 142 FCFA le kilo. ( $75 / 0,65 + 27 = 142$  FCFA).

Le plan prévoyait que le prix de vente du riz importé par les opérateurs privés s'établirait à l'avenir autour de 117 FCFA le kilo. La mise en concurrence du riz importé et du riz produit localement obligerait la CPSP à verser aux mini-riziers une subvention pour couvrir la différence de 25 FCFA avec les produits d'importation.

Le système de subvention serait évidemment dégressif sur 3 ans pour forcer à l'équilibre progressif de la filière. La subvention serait prélevée en priorité sur les recettes de péréquation tirées du riz importé.

Voici quel était le calendrier initial :

	janvier 1993	janvier 1994	janvier 1995
Prix d'achat indicatif du paddy	75 FCFA/kg	75 FCFA/kg	75 FCFA/kg
Subvention accordée au rizier	25 FCFA/kg	15 FCFA/kg	0 FCFA/kg
Prix de vente indicatif du riz blanc par les riziers.	117 FCFA/kg	127 FCFA/kg	142 FCFA/kg

**Tableau 3 : calendrier prévisionnel des subventions régressives de la CPSP**

Il est clair que les riziers devraient être rapides pour adapter dans les trois ans leurs coûts de transformation et compenser ainsi la baisse du montant de la subvention.

**Les débuts de la mise en place du PASA : une réalisation encore partielle mais déjà risquée, avant même la dévaluation du FCFA**

Les 7 mini-rizeries financées en 1992-93 dans le cadre de la Politique d'Ajustement Structurel Agricole par le Fonds Commun de Contrepartie à l'Aide Alimentaire (FCCAA) n'ont pas toujours bénéficié des enseignements retirés des deux premières expériences de mini-rizeries de Ronkh et de Podor. Des

erreurs importantes de conception des usines et de leur fonctionnement ont été commises. Le financement du FCCAA, cogéré par les bailleurs de fonds étrangers et par le gouvernement du Sénégal, prévoyait initialement 7 mini-rizeries et leurs fonds de roulement. Dans la pratique, 8 mini-rizeries ainsi qu'une moissonneuse-batteuse ont été payées au fournisseur sénégalais du matériel, qui les a installées. En revanche, plus aucun fonds de roulement pour ces usines ne restait disponible en caisse, d'où leur incapacité de fonctionner normalement en l'absence de mise de fonds complémentaire. Les décisions marquant l'attribution et le financement ont été en fait prises par le gouvernement en-dehors de toutes les procédures initialement prévues par les bailleurs de fonds et la CNCAS. L'attribution des mini-rizeries et de la moissonneuse batteuse a finalement été faite au cours de l'été 1992 ; elle a été fortement influencée par les priorités politiques du gouvernement à la veille des échéances électorales législatives et présidentielles de 1993. Au delà du court-circuitage important des procédures, les risques opérationnels qui découlent de ces attributions hasardeuses sont importants. En effet, les opérateurs sélectionnés pour administrer ces équipements n'ont pas toujours montré, par le passé, leur capacité à gérer de manière saine et efficace des projets économiques. Or dans le contexte du PASA où les privés et les mini-rizeries doivent jouer le rôle déterminant, ces risques menacent l'efficacité et la rentabilité à terme des mini-rizeries elles-mêmes et de la filière riz.

Le FED-PME, le Fonds de Promotion Economique (FPE) et la BICIS ont également investi dans quelques mini-rizeries, mais sans toujours prêter attention aux expériences passées, ce qui a occasionné là aussi quelques erreurs de conception qui ne manqueront pas de provoquer des difficultés à venir. Au total ce sont 17 mini-rizeries qui ont été financées dans le cadre de la préparation du PASA en 1992/93, mais 20 mini-rizeries qui se partageront le marché du paddy sénégalais (40.000 tonnes de paddy), soit environ 2.000 tonnes par mini-rizerie.

### Les impacts du PASA sur le développement de la production sénégalaise.

La réduction sensible du poids de l'Etat et un transfert de richesse des consommateurs aux producteurs sénégalais (paysans et riziers)

Comme le lecteur l'aura compris, l'Etat avait jusqu'ici intérêt à maximiser les importations puisque le niveau de protection permis par le mécanisme de compensation était synonyme de rentrées fiscales (taxes de douanes) et financières (contribution de la CPSP au TOFE) importantes et que les sorties d'argent en faveur de la filière riz étaient très minimes par rapport à ce qu'elles auraient pu être.

Dans l'état original du PASA, le volume des importations devait varier lentement à la baisse avec l'augmentation croissante de la production nationale. Mais la demande globale du Sénégal en riz ne s'orientait pas à la baisse en raison de la croissance continue de la population. En l'absence d'augmentation sensible de la production nationale, l'Etat ne perdrait donc pas le bénéfice de la péréquation, mais seulement le montant de la subvention accordée aux riziers. Cette subvention sera croissante avec l'augmentation progressive des productions locales, mais largement compensée par le montant qui ne serait plus à verser à la SAED pour la transformation du riz paddy en riz blanc, soit en 1992, 1.543.753.881 FCFA au titre de la subvention à la transformation par la SAED plus une partie des 934.645.000 FCFA destinés au fonctionnement de la SAED

Pour le Sénégal, il n'y aurait donc pas dans un premier temps de substitution immédiate à des importations, mais transfert de ressources de la CPSP, donc en dernier ressort de l'Etat, vers les mini-riziers (grâce à la subvention de 25 FCFA), mais qui se limiterait à quelque 1.000 millions de FCFA contre 1.543 millions de FCFA auparavant. A travers ces mesures, c'est l'amélioration de la compétitivité et de l'efficacité du système et donc l'obtention de meilleurs revenus pour le paysan qui sont théoriquement visés.

La logique des intérêts urbains et celle des intérêts paysans s'affrontent quand l'Etat est fortement soumis à la pression du pouvoir politique des masses urbaines. Quand l'Etat doit largement contribuer par ses armées de fonctionnaires à nourrir une population urbaine pléthorique, sans ressources suffisantes, il a parfois tout intérêt à acheter la nourriture à moindre prix et donc à se transformer rapidement en importateur. Bien évidemment, le rôle de l'Etat n'est pas d'être le premier des importateurs, ou alors il aurait souvent intérêt à tout importer lui-même pour éponger les surplus monétaires de sa population.

Par contre et entre autres choses, l'Etat doit stimuler les marchés intérieurs, l'investissement productif, développer le marché de l'emploi et s'atteler à augmenter la compétitivité de son économie, y compris de son économie rurale.

Un regain de compétitivité de l'agriculture locale grâce à la dévaluation et au retour à l'efficacité théorique du système

D'après le processus de libéralisation prévu par le PASA, il était clair que le différentiel de compétitivité entre le riz local et le riz importé diminuerait au profit du riz local. Mais il restait encore une marge de péréquation positive de l'ordre de 30 FCFA (différence entre le coût de revente au détail, soit 117 FCFA, et le prix du riz blanc rendu à Dakar chez le grossiste soit 87 FCFA) la dernière année du processus de libéralisation.

On peut chercher bien sûr une explication à l'origine des 30 FCFA de péréquation positive nécessaire pour permettre la protection du marché intérieur.

Le riz d'importation est essentiellement de la brisure de riz à 100%. Le Sénégal s'approvisionne donc essentiellement en Thaïlande (80% des importations sur un total en 1991 de 400.000 tonnes) et aux USA (13% des importations). Les conditions de production de ces pays ne sont évidemment pas les mêmes qu'au Sénégal : la présence de l'eau est généralisée en raison des pluies et d'un réseau hydrique très dense ; l'agriculture est souvent pluviale ; les rizières sont aménagées depuis des dizaines de siècles, l'irrigation est gravitaire grâce aux rizières en maîtrise totale de l'eau ; les sols sont beaucoup plus riches (notamment en humus) ; l'équipement en matériel est beaucoup moins important et moins cher, mais l'investissement humain est plus conséquent. La combinaison de ces avantages comparatifs y permet une maîtrise technique inégalée.

Par ailleurs, étant donné que la consommation mondiale accentue sa demande sur le riz entier, les cours de la brisure, qui en est un sous-produit, sont évidemment plus faibles.

Ces quelques raisons font évidemment que le riz local n'est pas en mesure de concurrencer le riz brisé d'importation. Le riz d'importation est un produit mondialement vendu à un prix bas de gamme, alors qu'il est considéré comme du haut de gamme au Sénégal ; le riz local est un produit milieu de gamme dont le prix est assez élevé. Les produits occupent des places assez différentes dans la gamme des riz. La concurrence n'est pas homogène.

La dévaluation du FCFA a renchéri les importations. En dehors de ces considérations sur la structure des coûts et la détermination des prix mondiaux, il faut noter que le FCFA était surévalué. La dévaluation intervenue en janvier 1994 a entrepris de rééquilibrer au profit des producteurs locaux le sur-avantage dont bénéficiaient les importations sénégalaises. Les prix de la brisure étant fixés en dollars, par des marchés de gré à gré entre les grands négociants mondiaux de céréales et la CPSP, le prix CAF rendu à Dakar a doublé du jour au lendemain avec la dévaluation, mettant le prix du riz importé avant taxes de douane à 141 FCFA. Or, en plus, les coûts mondiaux de la brisure de riz ont augmenté d'au moins 25% sur les marchés internationaux en décembre, ce qui revient à dire que les coûts CAF du riz rendu à Dakar ont quasiment été multipliés par 2,5 entre février 1992 et septembre 1993. Cela nous donnerait finalement un prix de  $50 \times 2,5 + 20 = 145$  FCFA du kilo de riz blanc rendu à Dakar.

Cet état de fait constitue pour le paysan sénégalais de la vallée du fleuve Sénégal une formidable incitation à produire davantage. Toutefois, on admet généralement que le coût importé dans le prix du paddy sénégalais est de l'ordre de deux tiers. Les coûts de production vont être directement ou indirectement affectés par le renchérissement des importations, mais cela ne devrait les augmenter au maximum que de 50%. Malgré cela, le prix final du riz blanc sénégalais devrait être davantage compétitif vis-à-vis du riz importé puisqu'il s'établirait à  $75 \times 1,50 + 0,65 \times 1,5 = 196$  au départ des mini-rizeries.

Or actuellement, avec un prix d'achat du paddy au paysan fixé à 90 FCFA, on obtient un prix transitoire de  $90/0,65+15*1,5 = 161$  FCFA.

Une différence de 35 FCFA apparaît entre le prix d'équilibre et le prix actuel prévisible à la sortie des usines de transformation. Cet écart représente le déficit prévisible de la filière par kilo, ce qui n'est pas très encourageant pour les paysans ou les riziers<sup>1</sup>.

De l'urgence de libéraliser l'économie

*Persistance des problèmes de financement avec la CPSP.*

Après la dévaluation, il semblerait que les difficultés de la CPSP pour honorer ses engagements vis-à-vis des mini-riziers se soient largement accrues. Il est vrai que compte tenu de tout ce que nous savons déjà sur le fonctionnement de la CPSP, cela n'est guère surprenant étant donné qu'elle doit payer le riz beaucoup plus cher. Elle a accru d'un coup ses besoins de financement et elle n'a commencé à recevoir ses premières rentrées financières que lors du mois d'avril ou de mai, ce qui accentue considérablement son déficit de trésorerie.

Par ailleurs des malversations au niveau de la SAED-URIC même ont finalement été constatées, portant sur quelques 17.000 tonnes de paddy, au cours des achats de sacs.

Mieux réguler l'importation du riz pour optimiser l'économie de la filière.

Comme nous l'avons déjà expliqué antérieurement, l'importation du riz est le fait de la CPSP. Or l'absence de transparence des marchés de gré à gré signés entre la CPSP, et des intermédiaires, ou les grandes sociétés de négoce internationales, fait que les achats de riz brisé importé ne sont pas particulièrement optimisés. L'un des seuls moyens de remédier à une situation de monopole non efficace consisterait à libéraliser l'importation du riz au profit d'importateurs privés, dont les objectifs seraient plus clairs et auxquels il serait toujours possible de demander des comptes.

## CONCLUSION : DES RISQUES STRUCTURELS ET HUMAINS QUI PÈSENT NÉANMOINS SUR L'AVENIR

Nous avons identifié de très nombreux risques dans l'environnement économique et financier de la filière riz. Il y en a évidemment encore beaucoup qui sont dus au manque de fiabilité des équipements et de certaines infrastructures. Toutefois, un bailleur de fonds comme le FED, dans le cadre de sa 6ème lettre de mission, a véritablement tenu à investir dans une approche très inté-

---

1 Ces informations décrivent la situation au premier trimestre 1994.

grée du développement, en combattant les insuffisances criantes de tous les secteurs à la fois : santé, éducation, transport, économie, télécommunications.

Cette approche est sans nul doute la meilleure et la plus complète que l'on ait jamais eue d'une manière aussi efficace.

La réussite de ces programmes est en fait largement liée à la qualité des hommes qui les mènent à bien et qui les gèrent. Elle est aussi liée à la qualité de ceux qui en sont les bénéficiaires. Il est bon de souligner encore une fois la nécessité de veiller à la sélection des hommes clés, par qui le changement interviendra.

Nous avons pu constater qu'il y avait deux types de comportement dans le système de financement de l'agriculture irriguée au Sénégal : l'un souhaitait financer, quels qu'en soient les résultats, l'autre s'évertuait à mettre en place des procédures et des mécanismes de contrôle par lesquels les risques de non-remboursement étaient finalement assumés à la fois par les bénéficiaires du crédit et par les institutions de financement. Il y a en fait de la place pour ces deux types de comportement. En revanche, il n'est pas souhaitable que l'un et l'autre de ces comportements interviennent dans les mêmes secteurs de financement.

La répartition des rôles et des compétences que nous avons faite dans le corps de cet exposé est tout à fait valable et peut être étendue à tous les intervenants financiers. La condition en est que chacune des activités de financement soit réglementée de manière uniforme ; que tout intervenant voit son activité de financement classifiée par objet ; et qu'une autorité ayant force et compétence contrôle rigoureusement et régulièrement cet intervenant. Enfin, il est hautement souhaitable que le Sénégal achève la modernisation de son économie en renforçant l'efficacité et l'exécution du droit des affaires à un coût adapté en temps et en argent. C'est à ce prix que le métier et les pratiques des financiers et des bénéficiaires de crédit seront considérablement assainis, dans l'intérêt à moyen et long terme du Sénégal.

Hélas, le processus qui a entouré l'attribution des mini-rizeries du Fonds Commun de Contrepartie à l'Aide Alimentaire n'est pas propre à inspirer la confiance en l'avenir de la filière riz sénégalaise, qui repose pourtant sur cet élément clé dans le cadre du nouvel environnement créé par le PASA et par la dévaluation du FCFA.

La persistance de ces volte-faces, contraires pourtant à l'intérêt de la nation sénégalaise, rappelle parfois la danse d'Echternach : un pas en avant, deux pas en arrière.

En fait, la difficulté de comprendre ces heurts et malheurs, vient peut-être de la difficulté d'interprétation d'un proverbe wolof qui s'exprime ainsi :

*"Yu Allah taccu bo feccul, doto fecc"*



La traduction littérale est la suivante : "Si Dieu t'applaudit et que tu ne danses pas, tu ne danseras plus jamais." Elle veut dire que, dans la vie, il faut savoir saisir sa chance. On peut toutefois se demander si la chance est cette possibilité que l'on a de réaliser un travail dont les résultats vont progressivement amener à des progrès significatifs, ou, si la chance est seulement cette occasion unique de s'enrichir d'un coup sans penser au lendemain.

Le système financier doit appuyer le système économique et inversement. L'un ne peut tirer en permanence la couverture à soi sans mettre l'autre en danger et réciproquement.

De graves dysfonctionnements ont progressivement conduit à un blocage presque complet de la filière. La responsabilité de tous ces retards incombe pour partie à la SAED, qui n'a pas su maîtriser plus que par le passé la gestion de ses usines, mais aussi à la CPSP qui a retardé ses paiements en contribuant parfois trop largement au Tableau des Opérations Financières de l'Etat (TOFE), La CPSP avait alors également pour fonction d'apporter des liquidités au ministère des Finances.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

□ Bailhache R. *et al.*, 1982, Evaluation économique de la rive gauche du fleuve Sénégal, Rapport Général, Paris, Ministère de la Coopération ; mission d'évaluation et Caisse Centrale de Coopération Economique.

□ Bonnefond P. et Raymond C., 1983, Analyse économique de la filière RIZ SAED. Réactualisation 82/83, Paris, Ministère de la Coopération ; mission d'évaluation, 35 p + ann.

□ Diemer G. ; Van der Laan E., L'irrigation au Sahel, Paris, Karthala, 1987

□ Jamin J.Y., "la double culture du riz dans la vallée du Fleuve Sénégal : mythe ou réalité", CIRAD, Montpellier, Cahiers de la Recherche-Développement n°12, pp 44-56, 1986.

□ Engelhard P., Bâ A., Ben Abdallah T., "Barrages sur le Sénégal. De l'eau pour l'agriculture familiale", Tribune de l'économie, 2/12/85

□ Engelhard P. Ben Abdallah T., Enjeux de l'Après-Barrage, *Enda-ministère français de la Coopération*, Paris 1986.

□ Kane C.A., Perspectives et stratégie de développement de l'après-barrage, *Ministère du Plan et de la Coopération du Sénégal*, Dakar, 121p., 1984.

□ Lavigne Delville P, 1989, Les périmètres irrigués villageois de Matam : stratégies paysannes et irrigation, *GRDR, Réseau Recherche et Développement*, Paris, 21p.

□ Le Gal P.Y., Double Culture et riziculture de saison sèche, *ISRA, Saint-Louis*, janvier 1989.

□ Le Gal P. Y. et Dia I., 1991. Le désengagement de l'Etat et ses conséquences dans le delta du fleuve Sénégal. In : "La vallée du fleuve Sénégal", Karthala, pp 161-174.

□ Lericollais A., Seck S. M., "Aménagements hydro-agricoles et systèmes de production dans la vallée du Sénégal", *Montpellier, Cahiers de la Recherche-Développement n°12*, pp 44-56, 1986.

□ Mathieu P, 1987, Agriculture irriguée, réforme foncière et stratégies paysannes dans la vallée du fleuve Sénégal, 1960-1985. Thèse de doctorat, Arlon : *Fondation Universitaire Luxembourgeoise*

□ Michailof, S. Les apprentis sorciers du développement, *Economica*, 1984.

□ Mintzberg, L'acteur et le système

□ OMVS/CEPC, Analyse des coûts d'aménagements de grands périmètres dans le bassin du Sénégal, Saint-Louis/Dakar 1986

□ OMVS/CEPC, Banque de données des aménagements hydro-agricoles du bassin du Sénégal, Saint-Louis, Dakar, 1988a.

□ Rabes J., Etude sur les conditions de transfert aux PME de certaines activités de la SAED. Les opérateurs privés potentiels, BDPA, SCET AGRI, oct 87.

□ SAED, Historique des aménagements et de la production à la SAED : 1965-1979, *SAED/BEP, Saint-Louis, 1979*

□ Seck S.M., Irrigation et aménagement de l'espace dans la vallée du Fleuve Sénégal, *Dakar. ORSTOM, 1978*.

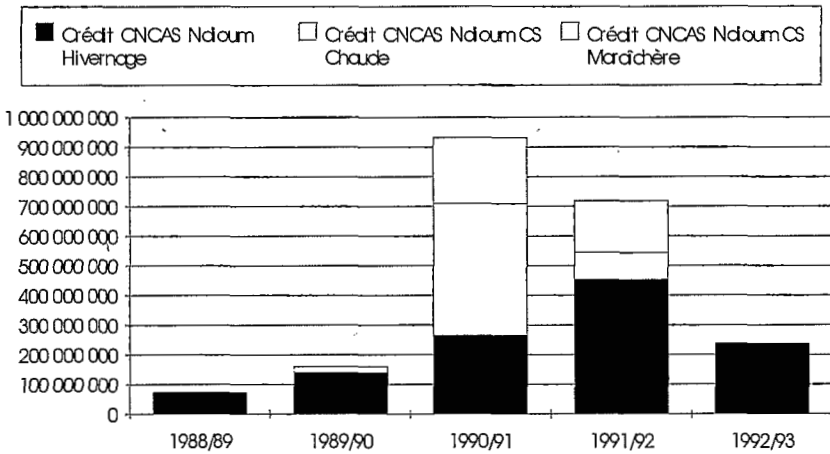
□ □ □

## Annexe : le recentrage de la CNCAS de NDioum sur les bons clients

L'évolution de la politique de crédit de la CNCAS peut s'illustrer sur le département de Podor par le graphique suivant retraçant l'évolution des crédits accordés par le bureau de Ndioum à la date de novembre 1993 (les données concernant la CSM et la CSC de 1993 ne sont donc pas incluses) :

CSM : Contre-Saison Maraîchère    CSC : Contre-Saison Chaude

l'unité est le FCFA



□ □ □



# Union des Jeunes Agriculteurs de Koyli Wirnde (UJAK)

□ □ □

N. Sall

Leader paysan à Podor, Sénégal

Dans le processus de développement du Sénégal, le phénomène d'émergence de mouvements associatifs qui décident de prendre en charge eux-mêmes certains aspects du développement de leur terroir, prend depuis quelques années une ampleur non négligeable. Les années 1980 coïncident avec la politique de désengagement de l'Etat destinée à responsabiliser les populations. Ceci amena les sociétés d'encadrement et l'Etat à céder leurs rôles de formation, de sensibilisation et d'animation, aux différentes structures paysannes. Cette période correspond également à l'émergence des Associations Villageoises de Développement (AVD). Pour essayer de remplacer la SAED qui intervenait de la production à la commercialisation des produits agricoles, des cadres de concertation et d'échanges d'expériences entre paysans se sont créés. C'est dans ce contexte politique que l'UJAK est née en 1987.

## HISTORIQUE DES ASSOCIATIONS :

1960-1969 : Dans les années 1960, les jeunes étaient regroupés au sein de *fedde*, associations regroupant les jeunes filles et les jeunes garçons de même classe d'âge. Les *fedde* n'étaient dirigés que par un seul responsable. L'objectif principal était l'entraide : organisation de journées distractives pour les vieilles femmes sans enfant ou des jeunes malades. Ces associations étaient aussi le lieu d'apprentissage de la vie associative (tenir des réunions, parler devant un groupe...).

1969-1980 : Un autre mouvement associatif naît au Fouta avec les Associations Sportives et Culturelles (ASC), axées essentiellement sur le théâtre et le sport. Ces associations sont reconnues officiellement par l'État, mais elles ne doivent pas être liées à la religion ou à la politique. La particularité de ces associations est de regrouper au sein d'une même structure les jeunes garçons et les jeunes filles. Dans l'ASC de mon village, les premières filles y adhèrent en 1977.

1980-1990 : Durant les années 1980, les ASC vont évoluer et se transformer en Associations Villageoises de Développement (AVD). Ce changement intervient au moment du désengagement de l'État, les villageois devant prendre en charge leurs écoles, leurs dispensaires, leurs puits ou forages, et leur agriculture. Les ASC réorientent donc leurs activités dans les domaines social et économique.

Avec le développement de la culture irriguée, l'ouverture vers le monde extérieur, le paysan devient de jour en jour moins solidaire, recherchant un profit personnel.

C'est dans ce contexte que naissent les Associations Intervillageoises, appelées différemment selon les localités : Unions, Amicales...

### CRÉATION DE L'UJAK :

L'UJAK naît du regroupement des AVD existant dans les villages de la zone. Une première tentative avait échoué à cause des *navétanes* (rencontres sportives entre les villages pendant les vacances). En novembre 1987, une AVD de la localité tente de nouveau l'expérience, en convoquant toutes les AVD de la zone. Onze villages adhèrent dès le départ à l'Union. Aujourd'hui l'Union compte 20 villages membres.

### Listes des villages membres de l'UJAK :

Village	Hommes	Femmes	Totaux	Date adhés.
Ngawlé	40	35	75	1987-88
Doué	100	141	241	1987-88
Dado	70	69	139	1987-88
Fondé ASS	46	30	76	1987-88
Guia	158	233	391	1987-88
Kodit	67	61	128	1987-88
Donaye	224	300	524	1987-88
Diatar	300	307	607	1987-88
Maḍiw	80	90	170	1987-88
Ndiawara	131	100	231	1987-88
Dékolé	151	100	251	1987-88
Diambo	65	60	125	1987-88
Mbantou	30	44	74	1987-88
Mboyo	72	100	172	1988
Diama	76	97	173	1988
Guédé Ouro	20	14	34	1988
Guédé Village	120	99	219	1990
Lérabé	40	41	81	1991-92
Aniam	60	45	105	1991-92
Goumel	30	28	58	1991-92
<b>Total</b>			<b>4193</b>	

Lors de l'assemblée constitutive, un certain nombre de questions sont soulevées :

- En quoi consiste notre position sur le désengagement de la SAED et de l'État en général ?
- Pouvons nous nous accorder sur l'essentiel après de multiples essais qui ont échoué soit pour des raisons de gestion financière, soit pour des raisons de faits de société ?
- La politique de la main tendue n'est-elle pas contre toute forme d'unité conséquente ?.
- Comment honorer notre position de paysans qui est mal considérée bien que faisant vivre des milliers de personnes ?
- Comment pouvons-nous définir ce que nous sommes et choisir ce que nous devons faire ?

Voilà en gros les grandes questions qui ont donné essence à la vie de notre mouvement.

### LES OBJECTIFS DE L'UJAK :

- 1) Regrouper toutes les associations socio-économiques de la zone.
- 2) Assurer une coopération permanente entre ses membres engagés dans des projets et programmes de développement au service des populations.
- 3) Echanger des expériences au niveau de ses associations afin de renforcer l'entraide et faire de l'union une véritable courroie de transmission et d'information ;
- 4) Participer activement à l'éducation, la formation des populations en insistant sur l'alphabétisation en langues nationales ;
- 5) Contribuer à la réalisation des projets économiques, culturels et sociaux entrant dans l'intérêt des villages et de leurs habitants ;
- 6) Favoriser une coopération avec les autorités compétentes et les partenaires dans l'étude et la réalisation des programmes de développement ;
- 7) Oeuvrer pour la sauvegarde des intérêts de ses membres.

### LA STRUCTURE :

L'union est structurée autour de trois instances : l'Assemblée Générale, le Conseil d'Administration et le Bureau exécutif.

- **l'Assemblée Générale (AG)**, instance suprême de l'UJAK, a lieu tous les quatre ans. Elle réunit cinq délégués par village, dont deux femmes. C'est lors de l'AG qu'est fait le bilan des activités et que sont définies les

grandes lignes de la politique de l'UJAK ainsi que ses orientations. Elle nomme un conseil d'Administration.

- **Le Conseil d'Administration (CA)**, est l'organe intermédiaire entre l'AG et le bureau exécutif. Il est composé de 56 délégués ; chaque village est représenté par son président et sa présidente. Il se réunit tous les 45 jours dans les villages, selon un système rotatif. Il ordonne et supervise les décisions de l'AG.
- **Le Bureau Exécutif** est l'instance d'exécution. Il prépare l'ordre du jour du CA et les informations afférentes. Il est composé du président, des vice-présidents, du secrétaire général et son adjoint, du trésorier et son adjoint et des présidents de commissions. Le bureau se réunit chaque mois, une fois pour préparer le CA et à tout moment sur convocation du président.

Un conseil consultatif a été mis en place. Il réunit tous les présidents de GIE des villages membres. Le conseil se réunit tous les 3 mois à propos des questions économiques de la zone.

Les commissions, au nombre de 8, sont les véritables organes de travail ; elles sont chargées, respectivement :

- |                           |                                      |
|---------------------------|--------------------------------------|
| * de la communication     | * de la culture et du sport          |
| * des affaires sociales   | * de l'agriculture et du reboisement |
| * de la commercialisation | * de l'organisation interne          |
| * de la formation         | * de la promotion féminine.          |

Les présidents de commission, choisis par le conseil d'administration, nomment les membres des commissions sur la proposition des associations villageoises.

Les présidents de commission se réunissent avec leurs membres pour mener leurs activités. Les présidents doivent rendre compte de leurs activités au secrétaire général qui en prend acte pour les réunions de bureau ou du CA.

## LES ACTIVITÉS ET RÉALISATIONS :

Nos premières préoccupations furent de savoir comment faire face au désengagement de l'État, qui gérait la culture irriguée de l'amont à l'aval. A cette fin, la commission de la commercialisation a été créée avec pour objectifs : faire des commandes groupées au niveau de la zone (en gazole, engrais, semences, sacs, faucilles,...), développer une ligne de crédit-épargne, et chercher des informations sur la commercialisation de nos produits.

Très rapidement, la commission s'est mise au travail. Le président est allé se renseigner à Dakar sur le prix des sacs vides. Dans la zone, le prix du sac était de 500 à 600 FCFA ; en faisant une commande groupée, l'UJAK peut



acheter le sac à 250 FCFA. En engageant certains groupements, le président passe la commande. Les sacs sont ensuite revendus aux paysans à 350 FCFA, soit une baisse de 250 FCFA pour le paysan, et un bénéfice de 100 FCFA/sac pour l'UJAK, en dédommagement des frais.

Une seconde opération porta sur une commande d'urée passée à l'étranger, afin de lutter contre les spéculations. L'urée se faisant rare dans la zone, le prix était fixé à 120 FCFA/kg. Avec notre commande, le prix était de 95 FCFA, ce qui amena SENCHIM à ramener son prix à 85 FCFA.

La commission commercialisation a effectué d'autres opérations, tel que l'achat groupé de gazole, faisant gagner aux groupements 7 CFA/litre, la commercialisation de paddy, semences, *etc.* (voir synthèse générale des opérations de la commission de commercialisation, en annexe).

Des séances de sensibilisation sur les problèmes fonciers ont été tenues : nous sommes dans une zone où la terre est riche mais difficile à acquérir, car la loi sur le Domaine National est mal comprise. Dans le souci de diminuer les conflits fonciers, l'UJAK a organisé 5 journées de réflexion réunissant conseillers, chefs de village, présidents de coopératives et d'associations, des GPF, l'administration, les banques et les ONG, ... Ces journées ont permis la mise au point d'un guide pour la gestion des terres.

L'union a réussi à être représentée au Conseil Rural grâce à l'intégration de quatre de ses membres actifs.

## LES RELATIONS AVEC L'EXTÉRIEUR :

Depuis sa création, l'UJAK a cherché à se faire connaître et à connaître les autres. Un important travail a été mené dans ce sens. En étant membre de la Fédération des ONG du Sénégal (FONGS), l'UJAK a bénéficié de l'appui de cette organisation sur tous les plans. Et surtout, cela a permis à l'UJAK d'être en relation avec de nombreuses organisations, facilitant les échanges d'expériences.

La Fédération des Associations du Fouta pour le Développement (FAFD), nous a accompagnés dès le début, sur le plan de l'animation et des études de projets.

D'autres structures telles que le PIP<sup>1</sup> et la Cellule Micro-Réalisation<sup>2</sup>, nous soutiennent dans nos actions.

Un travail a été mené auprès des autorités administratives de la zone : un Comité Départemental de Développement spécial<sup>3</sup> sur les AVD a été organisé par l'UJAK avec l'accord du préfet de Podor.

---

1 PIP : Projet Intégré de Podor, ONG locale

2 Cellule Micro-Réalisation : structure de gestion des placements du Fonds Européen de développement

Dans le cadre de nos relations avec les partenaires, nous devons remercier la Fondation de France et OCAURM, deux organisations qui nous ont soutenu depuis le début de nos actions jusqu'à aujourd'hui.

## LES DIFFICULTÉS ET LES PERSPECTIVES :

Les difficultés peuvent se résumer ainsi :

- faiblesse des moyens financiers, et non-financement des programmes. Lors de la création de l'UJAK, chaque village membre avait versé une cotisation de 42.250 FCFA ; l'Union possédait au début 1.750.000 FCFA ; toutes les activités étaient soutenues par cette somme.
- Nous avons fait des études de projets pour des champs collectifs, l'em-bouche, un programme triennal, un programme social de promotion féminine et un projet de séminaires. Ces études, soumises à divers par-tenaires n'ont pu encore être financées.

Les problèmes auxquels l'UJAK a été confrontée, sont de divers ordres :

- la surcharge d'activité des responsables
- le non-fonctionnement de certaines associations-membres
- le problème de la commercialisation des produits : il n'existe aucune politique de garantie en ce qui concerne la commercialisation des produits (tomates, oignons)
- le non-renouvellement des aménagements
- la privatisation du paddy qui reste encore un sujet tabou chez les pay-sans
- la baisse des rendements depuis deux ans
- le manque de confiance de l'encadrement vis-à-vis des organisations : depuis les premiers contacts que nous avons eus avec la SAED lors de la création de l'Union, les relations ne se sont pas développées. Lors de l'opération concernant les achats d'urée, il n'était pas rare d'entendre une "contre-publicité" émanant de certains agents d'encadrement.

L'ambition de l'UJAK est de créer un marché commun pour les intrants et les pièces détachées, et améliorer la formation en planification et gestion.

Nous pouvons nous demander, comment nous prendre en charge avec nos ambitions d'avenir et le manque de financement de nos actions ? La meilleure réponse serait de compter sur nos propres forces tout en étant moins ambi-tieux. Comment pourrait-on améliorer notre système de gestion des hommes

---

3 ...ou CDD. Il s'agit d'instances de consultations instituées par l'Etat à l'échelle des départements administratifs

en sachant que chaque membre de l'Union doit s'y investir tout en préservant ses intérêts propres ?

Ici, nous pensons à la planification de nos actions et la création d'un large cadre de concertation au niveau départemental.

Que vive l'initiative paysanne !

□ □ □

... / ...

ANNEXES

N°	Commande	Montant	Origine/ argent/ commande			Montant/ vente	Premier bénéf/ après vente	Frais réalisés après vente	Bénéfice versé/ caisse	Reste à vendre
			UJAK	Crédit	Appui					
1	Semences maraichères DKR	9555	-	9555	-	11625	2070	-	2070	-
2	Semences maraichères FAO	26500	-	-	26500	23250	23250	-	23250	3250
3	Engrais 10 10 20	80000	-	-	80000	80000	80000	3500	76500	-
4	Faucilles et sacs vides	766000	76600	-	-	983000	217000	64505	152495	-
5	Sacs vides	199700	199700	-	-	273000	73300	45455	27945	-
6	Paddy et ventes dans les villages	493500	493500	-	-	983000	217000	64505	152495	-
7	Ventes paddy	199950	199950	-	-	250610	50660	3485	47175	-
8	Gas Oil	15785000	-	15785000	-	15862000	77000	19050	58950	-
9	Vente paddy	945000	945000	-	-	1239300	294300	126130	168170	-
10	Ustensiles de cuisine	1013535	500000	111370	-	720850	109480	70690	38790	-
11	Ustensiles de cuisine	1013535	1000000	13735	-	1188500	174965	99880	75085	-
12	Vente cartes membres	81000	81000	-	-	794800	713800	11100	702700	9468
		20211110	4185150	15919460	106500	22050750	1946140	461645	1484495	

**Synthèse générale des opérations de la commission de commercialisation**

## UJAK

N°	Montant/ Commande	Montant total après vente	Premier bénéfice réalisé	Frais réalisés	Bénéfices des villages	Bénéfices de la caisse UJAK
1	9 555	15 000	5 445	-	3 375	2 070
2	26 500	24 500	24 500	-	1 250	23 250
3	80 000	110 000	110 000	3 500	30 000	76 500
4	766 000	1 465 000	699 000	64 505	482 000	152 495
5	199 500	250 610	141 550	45 455	68 250	27 845
6	493 500	623 815	130 315	17 850	-	112 465
7	199 950	250 610	50 660	3 485	-	47 175
8	15 785 000	16 170 000	385 000	19 050	308 000	57 950
9	945 000	1 239 300	294 300	126 130	-	168 170
10	611 370	834 400	223 030	70 690	113 550	38 790
11	1 013 535	1 411 970	398 435	99 880	223 470	75 085
12	81 000	794 800	713 800	11 100	-	702 700
	20 211 110	23 280 646	3 176 035	461 645	1 229 895	1 484 495

**Synthèse des opérations de la commission commercialisation sur les bénéfices réalisés pour les villages et la caisse UJAK**

Origine de l'argent	Utilisation du montant	Montant
Ousmane Mamadou Diak (Président Commission) a donné comme crédit à l'UJAK	Achat de semences maraîchères et complément commande ustensiles de cuisine	23 090
Oumar Bocar SY (Président Union) a donné comme crédit :	Commande de gas oil et complément ustensiles de cuisine	15 896 370
Appui de la FAO	Engrais 10-10-20 et semences maraîchères	106 500
Caisse UJAK	Pour toutes les opérations et matériels Commission	4 185 150
	<b>Total</b>	<b>20 211 150</b>

**Origine globale du montant de la commission commercialisation**

Village	Sommes reçues	Intérêt	Personnes ayant reçu l'argent	Source
Diatar	128 290	19 885	Marième SY Oumkala SY	FONGS
Dado	128 290	19 885	Fatim Ndonguo Coumba Kane	FONGS
Guédé Village	128 290	19 885	Hawa Hamet Diagne Aminata Ba	FONGS
Doué	128 290	19 885	Binta Diack Dienaba Diop	FONGS
Ouro Madiw	132 875	20 600	Bineta Barro Bineta Sall	FONGS
Guia	132 875	20 600	Fatimata Djibril Ndiaye	FONGS
Diawar	132 875	20 600	Awa Dia	FONGS
Diana Alwali	130 000	20 600	Aïssata Dia	FONGS
Guédé Ouro	130 000	20 600	Présidente GPF	FONGS
Mboyo	130 000	20 600	Aïssatou Thillo Ly Bendel Diagne	FONGS
Nawlé	100 000	10 000	Apsatou Diop Fati Diagne	PIP
Donaye	100 000	10 000	Fatoumata Sada Sall	PIP
Goumel	100 000	10 000	Douga Diallo	PIP
Fondé Ass	100 000	10 000	Aïssatou Ly Aïssatou Boubou Sall	PIP
Kodit	100 000	10 000	Fatimata Racine Hann	PIP
Diambo	100 000	10 000	Fatou Tayirou Diagne	PIP
Bantou	100 000	10 000	Aïssata Sidi Ba	PIP
Aniam Tonguel	100 000	10 000	Marième Diallo Degue Diallo	PIP
Dékolé Taredji	100 000	10 000	Aïssata Diallo Aminata Seydou Sy	PIP
Lérabé	100 000	10 000	Ramata Sow	PIP

**Situation des Fonds de crédit femmes**

□ □ □

# Performances des organisations paysannes et désengagement de l'Etat

□ □ □

I. Dia

Sociologue, ISRA, BP 240, Saint-Louis

Les explorateurs de la période coloniale s'étaient émerveillés des potentialités de la vallée du fleuve Sénégal. C'est ainsi que le gouverneur Schmaltz écrivait : " J'ai beaucoup voyagé, j'ai toujours soigneusement observé le pays que j'ai parcouru et je n'ai jamais vu de plus beau, de plus propre à de nouvelles entreprises que le fleuve Sénégal. Les bords du Gange ne m'ont pas paru plus fertiles que ceux de notre fleuve (Sénégal) et je n'ai de doute d'y voir réussir toutes les cultures qu'on voudra y tenter " (Lettre adressée à Paris le 8 Juillet 1817 par le colonel Schmaltz gouverneur de St Louis).

Les nombreux projets élaborés par la suite vouaient la région à une multitude de cultures (coton, sucre canne, fruits, tabac, *etc.*). De là est née pour la première fois l'idée de construire les barrages de Gouina et de Dagana<sup>1</sup> pour assurer une disponibilité permanente en eau en contrôlant les crues annuelles.

Si tous ces projets furent abandonnés jusqu'à une époque récente, c'est parce que l'aventure de la culture de l'arachide dans le centre du pays s'était révélée prioritaire pour l'économie de l'empire colonial. Durant cette longue période, les sociétés de la vallée ont subi très peu de modifications, en dehors des mouvements saisonniers des jeunes vers le bassin arachidier, plus connus sous le terme de "*duumal gerte*".

En effet, ni les objectifs et outils de production, ni les systèmes de production structurés autour de la crue et de la décrue ne subirent la moindre modification.

Les premiers signes de déséquilibre apparurent durant les années 1970 à l'occasion de la sécheresse et de ses conséquences sur les activités de production.

Deux phénomènes majeurs marqueront cette période : l'apparition de l'irrigation dans les systèmes de production, et l'émergence des Associations Villa-

---

1 ... déplacés respectivement à Manantali et Diama

geoises de Développement (AVD). Des acteurs nouveaux interviennent sur la scène de la production : la SAED et les ONG. Ces différents acteurs vont évoluer de manière parallèle en développant des dynamiques propres.

En effet, le mouvement associatif, structuré autour des AVD et fortement lié à l'émigration, s'est essentiellement situé sur le champ culturel et social. Il se positionne en relais de l'aide aux sinistrés et en coordonnateur des efforts et initiatives internes de solidarité et de survie.

Sur le terrain de la production agricole, on assiste au développement d'un modèle d'irrigation qui s'est vite révélé plus adapté aux réalités économiques et sociales. Le modèle des Périmètres Irrigués Villageois (PIV) sera appuyé par la SAED, qui le considère alors comme une solution d'urgence face à la crise alimentaire.

Le succès organisationnel et social des PIV a amené les bailleurs de fonds à promouvoir ce genre d'aménagement dans la moyenne et la haute vallée.

Ce modèle technique a eu des conséquences qui ont dépassé la sphère de la production pour englober la société *haalpulaar* dans sa totalité. A Donaye, il aura permis à tous les groupes sociaux, de bénéficier d'une redistribution foncière équitable et d'un accès plus égalitaire aux terres de culture.

En outre, les Groupements de Producteurs (GP) chargés de gérer les PIV, sont devenus de nouvelles institutions sociales pesant de plus en plus lourd sur la vie socio-politique locale, et offrant ainsi aux individus de nouvelles opportunités d'expression et de représentation sociale.

Cette décennie d'aménagement aura aussi permis une accumulation significative d'expertises concernant à la fois les techniques et l'organisation des populations.

L'encadrement a joué un rôle particulièrement décisif dans la formation technique. Les groupements de producteurs se sont ainsi révélés très efficaces sur le plan organisationnel pour d'une part, gérer les relations avec la SAED, et d'autre part, organiser la production et les relations entre les producteurs

Mais cette efficacité est fragile si l'on considère qu'elle s'inscrivait dans un contexte de "développement administré" avec un environnement de la production sécurisé par l'omniprésence de la SAED et de son appareil. Ces acquis seraient donc fortement remis en cause dans le contexte actuel de désengagement de l'Etat et de privatisation.

En effet, la nouvelle situation de désengagement a ceci de particulier qu'elle fait intervenir une multitude d'acteurs nouveaux et qu'elle ouvre divers champs organisationnels et politiques aux différents acteurs. Elle suggère ainsi des ajustements d'objectifs de la part des groupements et associations existantes et la création de nouvelles organisations.



En effet le désengagement de l'Etat s'est traduit par le retrait de la SAED des fonctions d'aménagement, de gestion de l'eau, de fourniture des intrants, de contrôle des itinéraires techniques et de service (réalisations des façons culturales, *etc.*)<sup>2</sup>

Avec ces changements de politique accompagnés de changements écologiques et de mutations des systèmes de production de plus en plus orientés vers le marché, le devenir des systèmes agraires et des structures sociales sera fonction de l'efficacité des stratégies collectives des exploitants agricoles. En effet, la forte dépendance entre producteurs dans un système irrigué, l'orientation commerciale des productions et, la prégnance des facteurs institutionnels pour l'accès aux ressources (crédit, terre), laissent très peu de chance de réussite aux stratégies individuelles isolées.

La "floraison" d'organisations paysannes dans le delta et la vallée du fleuve Sénégal est certainement une manifestation des stratégies des différents acteurs locaux pour assumer efficacement le relais de l'Etat, mais aussi se positionner sur le champs politico-social.

Cet indicateur de l'engagement des populations ne saurait suffire pour espérer un désengagement réussi si l'on ne s'interrogeait pas sur la capacité de ces organisations à assumer avec efficacité les fonctions qui leur sont transférées. Après deux années de désengagement, que peut-on dire sur la performance des organisations paysannes ? Même s'il est prématuré de parler d'évaluation on peut cependant se poser les questions suivantes.

A quelles logiques sociales correspondent les organisations paysannes (OP) ?

A quelles échelles de problèmes collectifs ou individuels correspondent leurs domaines d'intervention ?

Quels sont leurs résultats ?

Quels rapports existent entre les OP et leurs membres ?

## CADRE CONCEPTUEL ET MÉTHODOLOGIQUE

Le concept de performance est utilisé par les sciences économiques et physiques dans une optique quantitative, consistant à réaliser des mesures à partir de critères normalisés.

Dans une démarche qualitative, on ne pourrait retenir une norme universelle. Il s'agira de considérer chaque cas de manière intrinsèque. Le concept de performance se traduit sur le plan opérationnel par l'efficacité dont fait preuve une organisation dans la poursuite de ses buts, c'est à dire l'écart entre les objectifs que l'organisation s'est fixés et/ou les attentes de ses membres et les résultats obtenus.

---

2 Elle garde encore la fonction de commercialisation transformation, appelée à être privatisée.

Pour des buts analytiques on peut distinguer l'efficacité externe qui a trait à la capacité d'une organisation à gérer et négocier les rapports avec l'extérieur, de l'efficacité interne qui a trait à la capacité de l'organisation à répondre aux demandes des adhérents.

Ce cadre méthodologique a été utilisé au niveau de deux sites de recherche :

- Donaye et Diatar, qui sont des villages fortement impliqués dans les PIV et les aménagements intermédiaires (IT). L'intérêt du choix de ces villages réside dans le fait qu'ils furent très vite confrontés à la réalité du désengagement. En effet les Italiens qui furent les initiateurs des IT se sont retirés dès la première année de culture. Enfin L'UJAK, qui est la principale organisation fédérative de la région a son siège à Donaye.
- Nianga où domine le grand aménagement présente une situation complexe de gestion technique et de coordination entre plusieurs communautés villageoises. Il fut un véritable laboratoire d'expérimentations à la fois techniques et organisationnelles, ayant permis aux paysans d'accumuler beaucoup d'espérance. La gestion a été transférée aux OP en 1992.

Les enquêtes se sont déroulées en plusieurs phases

- Administration d'un questionnaire "ménage" (*foyvre*) commun à toute l'équipe de recherche ISRA-ORSTOM.
- Enquête sur les Organisations Paysannes, auprès des AVD et des GIE.
- Enquêtes au niveau du village avec utilisation des outils de diagnostics participatifs.
- Suivi du déroulement des campagnes (crédits, problèmes rencontrés, solutions trouvées, activités, production).

## DIVERSITÉ ORGANISATIONNELLE ET PLURI-APPARTENANCE

L'utilisation des outils des méthodes qualitatives d'enquêtes participatives à Donaye a permis de mettre en évidence la multiplicité des organisations intervenant à l'échelle d'un village et leur importance relative aux yeux des populations. Au delà des constats de différences d'appréciation selon les groupes concernés (responsables, femmes, *etc.*), trois niveaux d'organisation apparaissent :

- on trouve d'abord les associations liées à la production irriguée occupant une place prépondérante (coopérative, groupement, IT, GIE, *etc.*) ;
- le second niveau est occupé par les associations villageoises (AVD, ASC, femmes, *etc.*) et les associations familiales.
- enfin, le troisième niveau regroupe une multitude d'associations culturelles (de classe d'âge, de caste, de lignage, de regroupement politique, religieux.)

Alors que les associations du premier groupe sont fortement liées à des structures étatiques d'encadrement et de crédit (CNCAS, SAED, Italimpianti, FED), les associations du second groupe sont connectées à des réseaux d'ONG et des projets (PREMINA, OFADEC, etc.).

L'analyse des liens entre ces différents systèmes organisationnels révèle deux phénomènes majeurs : il apparaît que ces organisations ne regroupent pas des secteurs distincts de la société. Les résultats de l'enquête au niveau des *pooye* révèlent que les exploitations sont engagées sans distinction dans tous les types d'organisation paysanne, mais les organisations se comportent de façon relativement indépendante les unes des autres.

### Pluri-appartenance

On note des moyennes respectives de 0,92, 1,13, et 1,35 personnes par ménage (*fooyre*) appartenant à la fois à un GIE, à une Association culturelle et à un groupement de producteur. En moyenne, le nombre de personnes impliquées dans au moins une Organisation Paysanne est de 3,40 personnes par foyer sur une moyenne de 6 personnes par foyer.

L'analyse de fréquence montre que 53% des *pooye* appartiennent au moins à un GIE ; 12% sont membres d'au moins 2 GIE (Tableau 1).

Type d'OP	Aucune OP	1 OP	2 OP
GIE	29 %	51 %	12 %
GP	9 %	33 %	8 %
ASS.CULT	42 %	33 %	11 %

**Tableau 1 : pourcentage de ménages appartenant à un type d'OP**

En considérant la pluri-appartenance sans spécifier le type d'Organisation Paysanne, on remarque que seulement 2% des *pooye* analysés<sup>3</sup> considèrent n'appartenir à aucune organisation. Ces chiffres montrent que le phénomène organisationnel est devenu un "fait social total".

Le phénomène est cependant plus important que ne l'indiquent ces chiffres. En effet, en observant les noms des Organisations Paysannes cités dans l'enquête, on se rend compte que les enquêtes ne prenaient pas en compte leur appartenance à certains types d'OP fortement représentés dans les villages. L'importance de ces OP apparaît dans les enquêtes si l'on se réfère aux informations recueillies par les méthodes qualitatives<sup>4</sup>. Quelle interprétation faire de ce constat ?

3 L'enquête a porté sur 220 foyers des villages de Donaye et Diatar.

4 La combinaison des méthodes qualitatives et quantitatives s'est avérée très efficace pour une compréhension complète des phénomènes organisationnels.

On remarque que les premières organisations ignorées se trouvent être les organisations culturelles et sociales (familiales). Pour celles-ci l'explication réside dans le fait que pour les responsables de ménage interrogés, leur appartenance à ce type d'organisation est "naturelle".

En ce qui concerne par contre, les organisations fédératives intervillageoises, la non-implication directe des *pooye* dans le fonctionnement quotidien des villages explique leur non-prise en compte.

### La faible connexion entre Organisations Paysannes

Dans la mesure où ce sont les mêmes acteurs qu'on retrouve dans les différentes organisations, on s'attendrait à une forte imbrication dans les activités, les objectifs, *etc.* En réalité cette connexion est très faible.

Les organisations fonctionnent de manière parallèle, semblant ériger le principe de la séparation en absolu.

Les tentatives de coordination se font sur la base d'un accord tacite de respect de ce principe n'impliquant aucun ajustement des structures des OP concernées. C'est le cas des rapports entre l'UJAK et les AVD qui y ont adhéré. Celles-ci conservent leurs structures telles quelles, conçoivent, planifient et conduisent leur programmes sans référence à l'UJAK.

Le programme de l'UJAK se présente à leurs yeux comme un plus, même s'il doit y avoir double emploi cela ne semble pas les gêner.

## TYPOLOGIE DES ORGANISATION PAYSANNES

En considérant les objectifs des Organisations Paysannes impliquées dans la production et l'échelle de leur intervention, on peut procéder à une typologie pour mieux les caractériser et effectuer ainsi une évaluation plus précise de leurs performances respectives.

### Les GIE de base

Ces GIE sont les organisations dont les objectifs principaux et directs sont la production. Ils tendent à se confondre aux unités de production "*fooyre*" ou aux segments de lignage "*galle*". On y distingue des GIE mono-exploitation (concernant un seul *fooyre*), des GIE pluri-exploitation et des GIE-entreprise.

Le GIE mono-exploitation est un cas rare, mais il marque un processus d'identification d'une unité de production à une structure juridique.

Il serait alors impropre de le dénommer OP familiale dans la mesure, ou il ne répond pas à une réalité organisationnelle ayant ses objectifs propres.

Il s'agit juste de coller à une exploitation agricole<sup>5</sup> un statut juridique lui facilitant l'accès au crédit.

Ce type de GIE devient une réalité organisationnelle quand il s'ouvre et s'élargit au segment de lignage (*galle*) : ce cas est le plus fréquent du fait de la prééminence du facteur foncier. C'est en effet au niveau de cette unité sociale (segment de lignage) que se gèrent et se transmettent traditionnellement les terres de culture.

Même si officiellement l'affectation des terres est faite par le conseil rural, organe élu de la communauté rurale, cet acte de légalisation est précédé de négociations au sein des lignages et segments de lignage, qui détiennent aux yeux des acteurs concernés la légitimité en matière foncière. Si l'option GIE élargie au niveau "*galle*" est préférée c'est aussi pour éviter des conflits.

Les GIE pluri-exploitations sont souvent une extension à des familles alliées d'un GIE qui est l'émanation d'un *fooyre* qui aurait acquis en son nom la terre, d'où un mode de gestion "familiale" du GIE. Le *joom fooyre* initiateur du GIE est le véritable centre de décision. En réalité les postes créés dans le GIE, sont artificiels. En effet, c'est le chef du GIE qui assure la totalité des responsabilités.

En ce qui concerne les circonstances de naissance des GIE, les rassemblements lors des fêtes religieuses annuelles (*Gammu*) ont souvent servi de déclic, suite aux débats intellectuels sur l'avenir et la mise en valeur des terres dans le cadre de l'après-barrage. Ce contexte d'émergence de ces organisations a fortement marqué leur orientation plutôt stratégique d'accumulation et/ou de sécurisation foncière.

Le dernier cas regroupe des individus pour la plupart de la même classe d'âge (*fedde*) mais à la différence des classes d'âge ou l'adhésion est automatique et obligatoire, nous avons ici un choix discriminatoire qui est fait en fonction d'affinités développées entre individus. L'expérience d'émigration fait partie des facteurs les plus cités.

En effet pour les premiers cas il suffit d'être membre du *fooyre* ou du *galle* concerné pour être sur la liste des membres, même si on ne réside pas au village.

La troisième option qui pourrait se dénommer GIE-entreprise, présente des fondements familiaux, dans la mesure où il s'agit d'individus appartenant à des *pooye* alliés, des jeunes de même classe d'âge, *etc.* Elle présente cependant cette différence avec le premier cas qu'elle résulte d'une libre adhésion.

---

5 ... fonctionnant sous le mode d'unité de production avec un centre unique de décision et une gestion des ressources et de la main-d'oeuvre familiale.

En ce qui concerne le mode de fonctionnement, la terre est acquise au nom du GIE. On retrouve deux modes d'exploitation. Dans le premier cas, les parcelles sont cultivées en commun et les produits partagés après déduction des charges, alors que dans le second cas, il est attribué à chaque membre une parcelle.

Cette seconde option tend à se généraliser pour le type de GIE-entreprise et pluri-exploitation alors que les GIE mono-exploitation ont tendance à opter pour le premier modèle.

Ces GIE -entreprise peuvent prendre des formes de "joint venture"<sup>6</sup> quand il s'établit une alliance avec des individus extérieurs au terroir mais détenteurs de capitaux, ou de "projet", pour la mise en valeur commune des terres détenues par les locaux.

Un contrat oral définit les modalités d'aménagement et d'exploitation. Le contenu de la convention est souvent assez flou notamment en ce qui concerne les moyens de recours en cas de conflit ou de rupture d'alliance

Devant les rigidités du système foncier *haalpulaar* et les contraintes de financement des aménagements pour les populations locales, ce modèle semble se présenter comme une solution de dépassement à laquelle il faudra porter une attention particulière.

Elle présente un intérêt certain sur le plan psycho-social et politique, en tant que réponse aux craintes des populations locales de se faire déposséder de "leurs" terres et d'exposer l'avenir de leurs enfants, au profit de ceux qui ont les moyens de mise en valeur<sup>7</sup>.

Il faut remarquer que les stratégies d'accumulation foncière et l'insécurité qui découle des conflits fonciers conduisent à un "gel de terres", préjudiciable à la valorisation optimale des ressources de la vallée.

### Les GIE et groupements villageois

Il s'agit de Groupements de Producteurs ayant, pour la plupart, adopté le statut juridique de GIE pour accéder au crédit. La majorité des Groupements de Producteurs géraient des Périmètre Irrigués Villageois et servaient de relais, entre les exploitants et la SAED ou les (ONG). Bien qu'en principe, tout habitant du village est naturellement membre, le statut de membre de ce type de groupement est assujéti à la disponibilité de parcelle dans le Périmètre Irrigué Villageois que gère le Groupement/GIE

---

6 Mot anglais : entreprise à risques partagés.

7 La loi sur le Domaine National stipule que la terre doit être affectée à ceux qui ont les moyens de la mettre en valeur.

## Les Organisations Villageoises de Développement

Ce sont les organisations qui tendent à couvrir tout un village ou toutes ses activités. Ce rôle est surtout rempli par les AVD mises en place dans un contexte de sécheresse pour poursuivre des objectifs surtout sociaux. Ces associations se sont transformées en instruments de développement. Certaines ont cherché le statut juridique de GIE pour accéder au crédit.

Nous avons également les unions de GIE d'un village. Ces unions tendent à concurrencer les AVD mais, elles semblent plus spécifiquement orientées vers les activités de production que les AVD qui englobent des aspects, culturels et sociaux.

### Organisation de gestion d'aménagement

Il s'agit des SUMA et des Unions chargées de gérer les grands aménagements et des IT. Elles sont souvent dotées de matériel agricole.

Ces organisations fonctionnent surtout comme des structures de services. Elles ont acquis une forte autonomie par rapports aux adhérents de base, notamment en ce qui concerne les prestations de services.

### Les organisations paysannes fédératives intervillageoises ou régionales

Ces organisations sont l'aboutissement d'un effort de coordination des AVD  
Nous en avons deux types :

Le premier type existait avant l'ère des GIE. Ces organisations sont l'émanation d'un groupe volontariste qui cherche ensuite à faire adhérer des groupements préexistants ou à susciter l'émergence de nouveaux groupements (UJAK).

Le second type est né du constat d'une floraison de GIE et de la nécessité d'unir ces GIE en une association.

Les défis multiples que posent le désengagement de l'Etat et la privatisation aux paysans de la vallée, conduisent les différentes organisations et associations à vouloir prendre en charge plusieurs problèmes à la fois.

Elles ajustent leurs objectifs autour des problèmes que posent l'accès aux crédits, l'aménagement, la défense des intérêts des producteurs face au secteur privé, et la résolution des problèmes de commercialisation et de transformation.

Ces problèmes se posent à des échelles très différentes et ne sauraient être pris en charge avec la même efficacité par les différentes organisation. Selon le type d'OP et l'évaluation de leurs performances respectives, on pourra indiquer des règles plus adéquates de partage des responsabilités.

## Efficacité interne

La question de la performance organisationnelle s'évalue de manière différente selon le type d'Organisation Paysanne.

### Cas des GIE de base

En ce qui concerne les GIE de base, l'efficacité de l'organisation est posée essentiellement en termes d'organisation des chantiers de récolte-battage, de suivi des itinéraires techniques, et de gestion de la main-d'oeuvre familiale.

Il est constaté que l'efficacité interne est fonction de la personnalité du président. De manière générale cette efficacité est altérée par des facteurs exogènes liés à l'environnement institutionnel (accès et mobilisation des crédits, contraintes de commercialisation, *etc.*). Elle dépend également de l'efficacité des organisations auxquelles peuvent adhérer ces GIE de base, et qui sont supposées s'occuper des facteurs de production et de la gestion de l'eau (unions de GIE et des GPV).

### Cas des unions et groupements

Les unions de GIE et les GP gérant des aménagements sont principalement concernés par les problèmes d'organisation.

Les fonctions jouées jusque-là par ces organisations étaient limitées à la redistribution des intrants et la gestion de l'eau, au niveau des mailles hydrauliques ou des aménagements.

Les PIV et les aménagement IT ont été l'occasion pour quelques OP d'accumuler une certaine compétence dans la gestion de l'eau et l'entretien des aménagements.

En ce qui concerne les IT, la conception technique de l'aménagement réduisait fortement les tâches de coordination de la gestion de l'eau, mais la dynamique d'aménagement qui a conduit à une augmentation des superficies cultivées par les adhérents et à une dispersion des parcelles dans un contexte d'absence d'autorité, pose des problèmes de discipline et de gestion.<sup>8</sup>

On a assisté à une délégation progressive des tâches d'irrigation, de suivi agronomique et d'information (alerte en cas de problèmes), au technicien villageois.

En comparant les différents IT on constate une corrélation positive entre le pouvoir des techniciens villageois et la qualité du fonctionnement de l'aménagement.

---

8 Le retrait des italiens conduit à une grande autonomie des exploitants vis-à-vis des choix de variétés cultivées, le suivi des itinéraires techniques, *etc.*



### Le cas des Organisation Paysanne Fédératives (OPF).

Les Organisations Paysannes Fédératives (UJAK, UPRASDV) présentent une structuration bien élaborée, mais celle-ci est loin de se refléter dans le fonctionnement quotidien.

Dans la réalité, les structures régulières fonctionnent de manière très timide. Les décisions sont prises par les responsables et non par les instances régulières.

Si les fonctions au sein des OPF sont clairement définies, elles ne sont pas traduites en tâches permettant d'identifier avec précision les responsabilités. Dès lors on assiste à une confusion des rôles et à une concentration progressive des responsabilités entre les mains de quelques responsables souvent compétents, mais débordés.

Du côté des adhérents, on note une insuffisance d'informations dont ils ne semblent pas se plaindre. Il ressort de cette attitude et du discours de ceux-ci que l'organisation est perçue comme un client plutôt que comme un acteur responsable. Ils attendent de l'OPF des services ponctuels et considèrent en retour leur adhésion comme un soutien politique à cette dernière.

Les responsables des OPF se plaignent du peu d'engagement des adhérents mais on note très peu d'initiatives pour y remédier.

La situation est différente avec les AVD, où on remarque un réel dynamisme, qui se traduit par des changements fréquents de membres du bureau.

Sur le plan du processus de prise de décision, elles engagent de manière plus permanente les membres à travers des Assemblées Générales fréquentes, et les réunions hebdomadaires des responsables des *fedde*<sup>9</sup> qui en sont les structures de base. Les AVD jouent aussi une fonction d'animation et de réflexion collective de première importance.

Pour comprendre le dynamisme des AVD, il faudra se référer à une valeur culturelle du milieu *haalpulaar* qui en est le moteur. Il s'agit de cette notion de "*nawle*" qui anime les relations entre AVD et traduit une rivalité positive fortement liée à une autre valeur bien ancrée dans ce milieu qu'est l'honneur.

Selon Ly, le "*nawle*" ou "*poso*" désigne "l'égal de condition et, par extension, l'égal en toute situation". En effet le *nawle* est un égal de référence ; c'est la référence mentale à un égal théorique qui juge les actions du sujet. La référence à cet égal est liée à une contre valeur dénommée "*yawande*" (en pulaar) ou "*yab*" (en wolof) qui consiste, pour un sujet, à ne pas donner à son égal l'occasion de le "dépasser". Il faut donc redoubler d'efforts, et faire preuve de loyauté et de générosité dans la rivalité.

---

9 Association de classe d'âge. En moyenne une vingtaine.

Cette référence à autrui est permanente dans les discours des responsables d'AVD, mais aussi dans ceux des membres des *fedde*.

### Efficacité externe

L'efficacité externe d'une organisation, c'est à dire sa capacité à gérer les relations avec les acteurs extérieurs, est la condition essentielle de crédibilité des OP auprès de leurs adhérents. Cette crédibilité, qui renforce le prestige et l'autorité des responsables, est une condition de réussite des actions collectives.

#### Cas des GIE et groupements de base

En ce qui concerne ces OP, l'efficacité s'évalue par rapport à la capacité des responsables de négocier et de mobiliser à temps les crédits de campagne auprès de la CNCAS et du FED, de négocier avec les fournisseurs des conditions avantageuses, de faire respecter les délais de livraison des intrants, et enfin, de pouvoir mobiliser à temps du matériel de récolte et de battage au profit des exploitants.

Quand le GIE est membre d'une organisation paysanne fédérative, son efficacité se mesure aussi par la position qu'il occupe dans les programmes de cette OPF<sup>10</sup>.

Dans le cas des périmètres irrigués, les problèmes liés à l'accès et à la mobilisation des crédits CNCAS ont montré la limite des OP à trouver des solutions alternatives aux problèmes de financement.

Les IT font exception dans la mesure où ils disposent d'un fond de roulement régulièrement renouvelé.

C'est également le cas de la station de pompage de l'Union de Nianga qui peut puiser sur les fonds du compte d'amortissement de la station de pompage, pour préfinancer la campagne.

Il apparaît ainsi que la priorité devra être pour ces organisations de disposer de solutions internes (fonds de roulements *etc.*) pour faire face à leur faible emprise sur l'environnement institutionnel<sup>11</sup>.

#### Cas des AVD et OPF

C'est à cette échelle d'organisation que se pose avec plus d'acuité l'importance de l'efficacité externe d'une organisation. Les domaines d'évaluation sont ici la recherche de financements et de partenaires (financement des aménagements,

---

10 C'est le cas des AVD du programme de l'UJAK, pour la construction des magasins de stockage des oignons.

11 Mais aussi renforcer leurs capacités de négociation avec les fournisseurs privés. Dans leurs relations avec SENCHIM qui leur fournit à crédit les intrants, les paysans sont contraints de prendre un lot de produits sans distinction, ni choix ; c'est ainsi qu'ils sont amenés à acheter contre leur gré, le phosphogypse à chaque campagne, même si cela n'est pas nécessaire.

acquisition de GMP, construction de hangar de stockage, *etc.*), la négociation des terres (ou la résolution de problèmes fonciers), la commercialisation (contrat, fixation de prix, identification de marché, *etc.*)

L'UJAK a acquis son prestige auprès des paysans de la zone par son efficacité externe. Elle a pu avec l'appui de la FONGS fournir des intrants (urée) aux paysans au moment où ceux-ci subissaient le diktat des fournisseurs privés.

D'un autre côté, les responsables siègent au Conseil Rural, où ils représentent leurs villages et peuvent défendre les intérêts des adhérents.

#### Cas des Unions de GIE des aménagements.

Les Unions doivent négocier les crédits pour le compte des groupements et gérer les relations avec les centres de transformation (rizières, usines de tomates), la SENELEC, *etc.* Leurs échecs dans ces tâches peuvent amener les groupements à prendre des initiatives non coordonnées, conduisant à des situations de crise d'autorité de l'Union sur les groupements.

Les conséquences sur la gestion de l'eau, sur l'entretien et sur le remboursement des coûts hydrauliques peuvent être graves pour la viabilité des aménagements.

## CONCLUSION

L'étude sur la performance des organisations paysannes présente un double intérêt. Sur le plan fondamental, c'est un lieu privilégié d'observation et d'analyse des mutations sociales, et par conséquent, de renouvellement théorique.

Pour la recherche et le développement, l'analyse de l'efficacité des organisations de producteurs devient l'un des piliers du diagnostic des systèmes de production. Si "l'approche système" ainsi que les approches de vulgarisation agricole ont été beaucoup plus orientées sur les exploitations agricoles c'est parce qu'elles ont été élaborées dans un contexte de "développement encadré" et administré.

La réalité de la privatisation et du désengagement de l'Etat déplace fortement les repères. Les systèmes irrigués, dans la mesure où ils rendent les exploitants plus dépendants de l'environnement institutionnel et de l'issue des stratégies collectives, se présentent comme un champ privilégié de recherche.

La méthodologie utilisée dans cette étude devra être affinée. Il s'agit de procéder à une identification plus claire des fonctions au sein des organisations paysannes en traduisant celles-ci en tâches. Cela permettra d'identifier et de caractériser avec plus de précision, pour chaque type d'OP, les obstacles à la réalisation des objectifs qu'elle s'est fixés.

Il ressort déjà que certains types d'organisation présentent plus d'avantages comparativement aux autres, pour assurer certaines fonctions. Une dynamique d'échanges et de communication est nécessaire entre OP de différentes échelles pour négocier les termes de cette répartition des fonctions.

Les systèmes de vulgarisation agricole et la recherche doivent en déduire toutes les conséquences pour mieux cibler leurs interventions. A ce titre le développement et la vulgarisation agricole ont un rôle d'appui fondamental à jouer, qui peut peser fortement sur le devenir de ce processus.

La vulgarisation devra appuyer et valoriser certaines innovations en matière d'organisation qui s'avèrent efficaces. A ce titre, le cas des techniciens villageois recrutés et payés par les paysans dans les périmètres IT, peut être cité : faut-il prendre des mesures incitatives pour encourager les autres à adopter cette approche ?

Le principal risque de dérive des organisations réside dans la formation d'une oligarchie inamovible. Dès lors, c'est aussi le rôle de l'Etat d'exiger une certaine transparence dans la gestion des ressources.

Il s'agit, par des mesures d'appui incitatives, notamment en s'engageant dans une dynamique permanente de communication, de favoriser cette dynamique.

En s'appuyant sur certaines valeurs culturelles qui se sont avérées être des moteurs de dynamisme, les structures de développement peuvent élaborer une stratégie efficace d'appui et intégrer cela dans leur méthodologie de suivi et d'évaluation.

Enfin, l'un des secteurs d'appui prioritaire aux OP reste celui de l'autofinancement. Il s'agit d'engager avec elles des études pour la mise en place d'une stratégie à moyen et long terme de financement de leurs activités.

Le désengagement de l'Etat et le transfert des responsabilités aux OP et au secteur privé incitent à accorder la priorité aux aspects institutionnels et d'organisation sans lesquels ni les innovations techniques et technologiques, ni les investissements dans les infrastructures de production et la vulgarisation, n'ont de chance de porter les fruits escomptés.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

□ Chateau R., 1986 : Essai sur l'histoire de l'aménagement et de la mise en valeur de la vallée du fleuve Sénégal, *T1, Saint-Louis*.

□ Boutiller J.L., Cantrelle P., Causse J. et Ndoye T., 1962. La moyenne vallée du fleuve Sénégal - Etude socio-économique. Paris, PUF, 369 p

□ Lericollais A., 1975, Peuplement et migrations dans la vallée du fleuve Sénégal. *Cahiers ORSTOM, Série Sciences Humaines Vol XII n°2, Paris, 197, p. 123 - 135.*

□ Crousse B., Mathieu P., Seck M.S., 1991, La vallée du fleuve Sénégal : Evaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements» *Ed. Karthala, Paris, 1991, 380 p.*

□ Diemer G., Van der Laan E., 1987, L'irrigation au Sahel. La crise des périmètres irrigués et la voie haalpulaar. *Paris France : Editions Karthala.*

□ Dia I., 1988 : Sociologie et écologie dans la problématique des aménagements hydro-agricoles dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal (Rive Gauche). *Thèse de Doctorat 3ème Cycle I SE - UCAD - Dakar.*

□ Mauss M., Sociologie et anthropologie Essai sur le don. PUF. 1960.

□ Ly B., 1960, L'honneur et les valeurs morales dans les sociétés wolof et toucouleur du Sénégal. Thèse de doctorat 3ème cycle, Université de Paris.

□ □ □



# Présentation de la banque de données de la SAED pour le suivi des aménagements hydro-agricoles et des organisations paysannes

□ □ □

M. Faye\*, M. B. Fofana\*\* et J. F. Bélières\*\*\*

\* Directeur de la Planification et du Développement Rural (DPDR) à la SAED

\*\* Responsable du Suivi Evaluation à la Délégation de Podor de la SAED.

\*\*\* Assistant technique, adjoint au DPDR de la SAED

La SAED<sup>1</sup>, depuis la troisième "lettre de mission"<sup>2</sup> en 1987, a entrepris un vaste programme de désengagement de nombreuses fonctions qu'elle assurait et qui lui donnaient une maîtrise complète de la filière de production du riz sur la rive gauche du fleuve Sénégal. Ce désengagement s'est accompagné d'une restructuration et d'une réorganisation de la société, nécessaires pour assurer les fonctions de service public qui sont restées les siennes.

Parmi ces fonctions, celle de suivi et d'évaluation du développement économique et social de la région a demandé un effort d'adaptation important. En effet, en se désengageant des fonctions d'approvisionnement, de crédit et de prestations de services, la SAED perdait en même temps ses sources traditionnelles d'informations. Parallèlement, la promotion des initiatives privées s'est traduite par le développement rapide des aménagements privés, des organisations paysannes impliquées dans la production agricole, du nombre et des types de prestataires de service et de fournisseurs, rendant plus difficile la collecte d'informations au moment où la SAED réduisait fortement son personnel.

- 
- 1 La SAED, Société nationale d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé, est un établissement public constitué en "société nationale, industrielle et commerciale par actions" dont le capital est entièrement souscrit par l'Etat. Elle a été créée en 1965, mais c'est en 1974 qu'elle est devenue société régionale de développement chargée d'encadrer toutes les activités agricoles de sa zone d'intervention qui a été étendue, à la même date, à l'ensemble de la zone du fleuve (comprenant les 4 départements de Bakel, Matam, Podor et Dagana).
  - 2 Lettre de mission : document contractuel où sont fixées les obligations réciproques de l'Etat et de la SAED pour une période déterminée

Il faut rappeler que l'aire d'intervention de la SAED suit la rive gauche du fleuve Sénégal de l'embouchure jusqu'à Bakel, puis la rivière Falémé jusqu'à Kidira, soit sur une zone de près de 900 kilomètres de long, d'où la pertinence d'un mode de fonctionnement décentralisé (voir annexe 3). Le développement de l'agriculture irriguée est très inégal ; il est très important dans le delta (délégation de Dagana), et faible dans la haute vallée, (délégation de Bakel), comme en témoignent les statistiques présentées dans le tableau 1.

Au 1<sup>er</sup> juillet 1987, la superficie aménagée totale était estimée à moins de 28.000 ha ; en 1993 elle est de plus de 65.000 ha, soit une progression de plus de 130% en cinq années, dont la plus grande partie est sur initiative privée.

Délégations	Superficies aménagées				Aménagements
	Totales		dont SAED		Nombre
	ha	%	ha	%	
Dagana	40 000	62%	14 000	43%	700
Podor	16 000	25%	10 000	31%	650
Matam	7 000	11%	6 600	20%	300
Bakel	2 000	3%	2 000	6%	60
Total	65 000	100%	32 600	100%	1 710

Tableau °1 : situation des superficies aménagées en juillet 93 (chiffres arrondis)

Pour assumer ses fonctions, en faisant face à ces nouvelles conditions d'intervention, la SAED a réorienté son système de suivi et d'évaluation et l'a progressivement modernisé en fonction des possibilités matérielles et des disponibilités en ressources humaines.

Les activités de suivi-évaluation sont orientées selon trois grandes composantes comme indiqué dans la quatrième "lettre de mission"<sup>3</sup> de la SAED :

- la constitution d'une banque de données informatisée pour le suivi des aménagements hydro-agricoles et des organisations paysannes de la vallée ;
- la réalisation d'un "atlas" des aménagement hydro-agricoles par interprétation visuelle d'images satellite pour constituer un état des lieux de l'occupation du sol ;
- la réalisation d'enquêtes technico-économiques auprès d'échantillons d'exploitations agricoles, d'organisations paysannes et d'aménagements hydro-agricoles.

3 La quatrième lettre de mission se termine en décembre 1994.



Les objectifs généraux poursuivis sont d'une part la production et la mise à la disposition des décideurs, d'indicateurs permettant d'évaluer l'impact des mesures et des orientations prises en matière de développement, d'autre part de fournir des outils et des références technico-économiques permettant un meilleur appui-conseil aux producteurs et un meilleur suivi de la gestion de ressources naturelles (eau et sols).

L'intégration des ces différentes activités sous forme d'un système d'information géographique constitue pour la SAED un objectif à moyen terme.

La banque de données est la première de ces composantes à avoir été mise en place à la SAED. Démarrée fin 1990, elle est devenue le principal instrument de la société pour la production de statistiques en matière d'agriculture irriguée.

## FINALITÉS ET OBJECTIFS DE LA BANQUE DE DONNÉES

Dès 1990, un auto-diagnostic rapide mettait en évidence le fait que le recueil et le traitement des données sur le développement et la mise en valeur des aménagements hydro-agricoles devenaient des opérations de plus en plus difficiles à maîtriser par les agents de la SAED. Ceci était valable aussi bien pour les conseillers agricoles chargés de la collecte des données, que pour les responsables des services centraux chargés de la coordination de la collecte et de la restitution.

La mise en place d'un nouveau système de suivi de l'évolution des aménagements hydro-agricoles, visait les objectifs suivants :

- organiser, harmoniser, et systématiser la collecte des informations concernant les aménagements et les organisations paysannes responsables de leur mise en valeur ;
- améliorer le stockage et le contrôle des informations collectées ;
- faciliter les traitements et multiplier les possibilités d'éditions pour répondre aux besoins internes de la SAED mais aussi aux besoins des partenaires extérieurs ;
- faire face à la multiplication des données à collecter, à la réduction du personnel et à la disparition de certaines sources d'information.

Mais la conception de cette banque de données devait également être l'occasion de mieux définir les entités observées pour formaliser et normaliser la procédure de collecte et de traitement des données.

Sa mise en place a nécessité une clarification des termes utilisés et l'adoption d'un vocabulaire commun à l'intérieur de la SAED.

En matière de qualité et de fiabilité des informations, la finalité de la banque de données a clairement été définie. Tout d'abord par rapport à ce qu'elle ne

devait pas être : elle n'a pas une finalité "comptable"<sup>4</sup>, c'est à dire que pour chaque unité d'observation concernée, l'objectif n'est pas de disposer d'informations rigoureusement exactes. Elle a par contre une finalité "d'observatoire des évolutions" ce qui limite le niveau de fiabilité des informations selon les échelles auxquelles on se situe, avec une qualité qui va en décroissant de l'ensemble de la zone d'action de la SAED jusqu'aux plus petites unités d'observations<sup>5</sup>.

Autrement dit, l'objectif est d'obtenir des informations avec un bon niveau de qualité (marge d'erreur acceptable) aux plus petits niveaux d'échelle (la délégation, la Communauté Rurale, le Périmètre en tant que découpage administratif de la SAED), en sachant que pour les niveaux d'échelle plus grands, les marges d'erreur peuvent être plus importantes. Les changements d'échelle constituent donc un des aspects les plus importants de cette banque de données.

Enfin, au moment de l'installation de la banque de données, l'obtention d'informations exhaustives et relativement fiables à tous les niveaux d'unités concernées était un objectif à moyen terme. Il devait être atteint d'une part, par l'amélioration progressive des données collectées (restitution des données traitées aux conseillers agricoles pour correction et complément, formation progressive des conseillers et des utilisateurs, contrôle de cohérence d'une saison à l'autre, d'une année à l'autre) et d'autre part, par l'utilisation d'outils complémentaires permettant un contrôle des données, notamment la cartographie des aménagements hydroagricoles par interprétation visuelle d'images satellite.

## LA CONCEPTION

### Les principes.

Les principes qui ont guidé la conception de la banque de données sont les suivants :

- définition d'une méthode de travail commune à tous les agents, du conseiller sur le terrain aux services centraux ;
- compensation de la surcharge de travail demandée aux conseillers agricoles pour collecter les données par un retour systématique, sous une forme claire et répondant à leurs besoins, des informations transmises ;

---

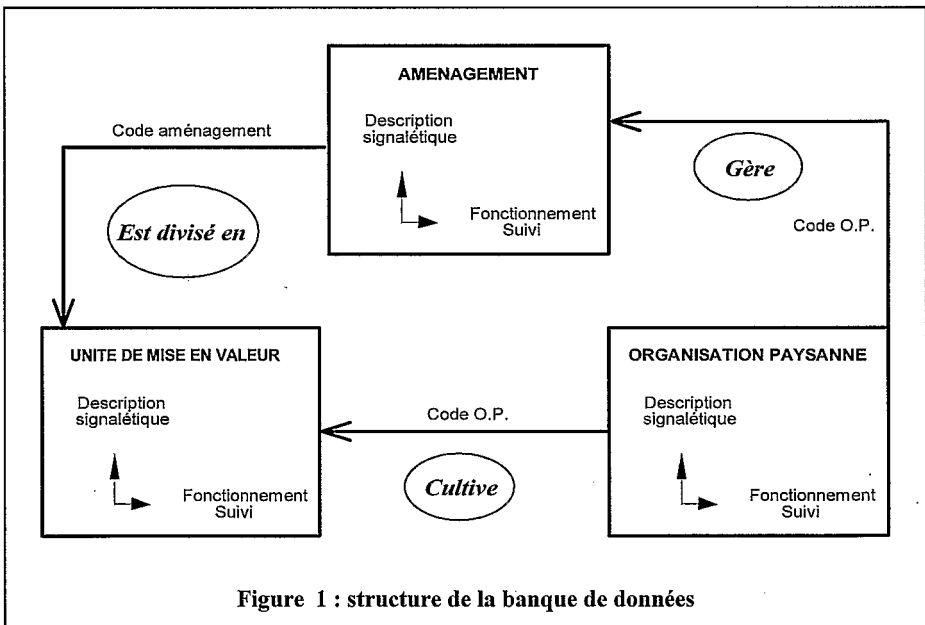
4 Dans un premier temps tout au moins. A terme c'est un objectif qui peut être envisagé notamment pour permettre à la SAED d'assumer une fonction de "police des eaux" comme prévu dans le PDRG. La banque de données est un outil qui est adapté pour cela, mais les moyens à mettre en oeuvre pour l'atteindre sont différents de ceux qui sont actuellement disponibles (nécessité de contrôle des superficies, obligation de déclaration de la part des usagers pour la réalisation d'aménagements et pour leur mise en valeur, système de contrôle adapté, etc.).

5 Les aménagements, les organisations paysannes, les unités de mise en valeur, le matériel, etc.

- la qualité et la fiabilité des données sont acquises progressivement par correction et complément des données restituées ;
- l'organisation de la banque de données est calquée sur l'organisation de la SAED en jouant au maximum la décentralisation en délégation ;
- l'application informatique offre les qualités de simplicité, de robustesse et de réalisation à partir d'un des grands standards du marché des logiciels : fonctionnement sur micro-ordinateurs type IBM PC, système de gestion de base de données (FOXPRO) de la famille de dBase III, utilisation d'un générateur de programme qui autorise la prise en charge des évolutions de l'application par la SAED elle-même ;
- utilisation d'un modèle conceptuel de données clair et rigoureux (s'appuyant sur la méthodologie MERISE) validé par la SAED ;
- la protection de l'intégrité des données est assurée par une codification rigoureuse et homogène avec une gestion des codes commun par les services centraux.

### La structure.

Trois grands domaines charpentent l'organisation et la structure de la banque de données selon le schéma suivant :



### Les aménagements

Le terme d'aménagement couvre tous les ouvrages hydrauliques, qu'il s'agisse d'adducteurs, de périmètres d'irrigation ou de drains. Cette vision élargie de

l'aménagement permet de suivre le cheminement de l'eau : chaque aménagement est relié à un autre selon la logique hydraulique (origine de l'eau, drainage).

Ces aménagements sont caractérisés par une source d'eau et une seule qui domine directement soit une superficie déterminée, soit un adducteur. Cette source d'eau correspond à une station de pompage, un GMP, une batterie de GMP, voire une prise d'eau sur un grand canal comme ceux de la CSS dans le delta du fleuve. Elle fait l'objet d'une description détaillée.

L'aménagement est géré par un organisme clairement identifié (SAED, organisation paysanne, privé).

Les aménagements sont classés selon leur type. Les critères de classification sont le mode de financement (SAED ou privé) et le mode de gestion de l'eau pour les aménagements SAED. La classification est présentée en annexe 1.

La description de l'aménagement est complétée par certains autres paramètres : sa localisation (communauté rurale d'appartenance, village le plus proche, distance par rapport à ce village, *etc.*), son année de création *etc.*

#### Les Organisations Paysannes (OP) et autres acteurs de la mise en valeur

Le terme d'organisation paysanne et autres acteurs, désigne soit une organisation paysanne au sens strict, soit tout autre acteur : société, exploitant privé, *etc.* ; qui intervient dans la gestion, l'entretien et la mise en valeur des aménagements hydrauliques. La SAED s'insère dans cette catégorie.

Les organisations paysannes et autres acteurs sont classés selon leur statut juridique. Les groupement d'intérêt économique (GIE) sont subdivisés en types selon l'origine de leurs membres (Annexe 2).

Pour décrire ces unités, la banque de données enregistre certains paramètres comme l'année de création, le nombre de membres, le principal responsable, le village ou la ville d'appartenance, les références bancaires, les activités principales, *etc.*

Enfin, les relations entre les différents acteurs sont enregistrés dans un autre fichier.

#### Les unités de mise en valeur.

L'unité de mise en valeur (UMV) correspond à la superficie contrôlée par une organisation paysanne ou un autre acteur à l'intérieur d'un aménagement.

Ainsi, l'aménagement est subdivisé en autant d'unités de mise en valeur qu'il y a d'organisations paysannes ou d'exploitants privés qui disposent de terres à l'intérieur de l'aménagement. Ce découpage ne correspond pas à un découpage hydraulique, mais à un découpage organisationnel et foncier.

Une UMV est identifiée par le code de l'aménagement et le code de l'OP. Au sein d'un aménagement, une OP ne possède qu'une unité de mise en valeur, mais une OP peut avoir plusieurs UMV dans des aménagements différents.

Une UMV est essentiellement caractérisée par des surfaces qui sont :

- \* la Superficie Nette Irrigable Initiale (SNII) correspond à la superficie aménagée nette de toute emprise au moment de la création de l'aménagement ou de sa réhabilitation. Pour un aménagement SAED, c'est la superficie aménagée nette et attribuée aux organisations de producteurs. Au début, elle est égale à la superficie exploitable, mais par la suite, elle évolue en fonction des extensions ou des abandons. Au contraire, la SNII reste constante ; elle servira de référence pour suivre l'évolution des aménagements et en particulier des aménagements SAED.
- \* la Superficie en EXTension (SEXT) correspond à l'augmentation de la superficie de la SNII. Pour un aménagement SAED, c'est la superficie nette aménagée par les producteurs en plus de la superficie qui leur a été attribuée. Ces parcelles, appelées auparavant "pirates", sont irriguées par gravité à partir d'une prise d'eau sur le réseau existant (éventuellement prolongé). Si ce critère n'est pas vérifié, (par exemple lorsque les parcelles sont irriguées à partir d'un pompage distinct), ces parcelles constituent un aménagement distinct.
- \* la Superficie ABAndonnée (SABA) correspond à une superficie aménagée nette (SNII ou SEXT) qui n'est plus irrigable pour des raisons non-conjoncturelles. Il existe une différence entre superficie abandonnée et superficie non exploitée. Pour qu'une superficie soit considérée comme abandonnée, les raisons de son abandon ne doivent pas être conjoncturelles et sa remise en culture ne peut être effectuée qu'après un investissement et des travaux importants<sup>6</sup>.
- \* la Superficie EXPloitable (SEXP) est la superficie réellement irrigable, et donc exploitable, par les producteurs. Elle correspond à la Surface Agricole Utile (SAU) et est égale à la Superficie Irrigable Initiale (SNII) + la Superficie en EXTension (SEXT) - la Superficie ABAndonnée (SABA).

C'est au niveau des UMV qu'est enregistrée la mise en culture des aménagements hydro-agricoles, avec, par spéculation, les superficies semées ou repiquées, les superficies récoltées et éventuellement les raisons des sinistres.

---

6 Ces superficies sont très difficiles à déterminer car les producteurs ne sont pas prêts à déclarer, ou même simplement reconnaître, qu'une surface qui n'est plus irrigable, est "abandonnée". Pour eux, et ceci pour des raisons liées à la précarité de l'attribution foncière, si les superficies ne sont pas cultivées c'est toujours pour des raisons conjoncturelles : manque de moyens financiers, intrants insuffisants, panne de GMP, etc.

Les procédures d'aggrégation de ces superficies permettent de retrouver les caractéristiques des surfaces pour les unités de plus grande échelle : l'aménagement, la zone d'encadrement, le périmètre, la communauté rurale, *etc.*

La localisation des données dans l'espace et dans le temps.

L'analyse conceptuelle a fait apparaître deux types d'informations différentes :

- les données stables dans le temps ou évoluant à un rythme relativement lent<sup>7</sup>. Elles décrivent un état et sont dites signalétiques : description de l'aménagement, de l'organisation paysanne. Ces données ne sont pas datées ;
- les données de suivi, qui sont datées.

La collecte des données se fait selon le calendrier agricole<sup>8</sup> pour tout ce qui concerne le suivi de la mise en valeur et selon un rythme annuel pour la remise à jour des données signalétiques.

Le système à base de données signalétiques décrivant l'état permanent d'un système fonctionne bien pour les aménagements ou les OP. Le principe de base est que toute modification notable se traduira par la création d'un nouvel élément, l'ancien élément étant marqué comme n'ayant plus de valeur. Pour les UMV, en raison de la grande instabilité qui les caractérise, il a été nécessaire de créer des fichiers historiques où, à la fin de chaque année agricole, sont stockées et datées, les informations de type signalétiques concernant les unités de mise en valeur.

Toutes les données datées sont accessibles pour les deux années précédant l'année en cours.

La banque de données dispose d'un système de localisation dans l'espace avec trois types de points d'ancrage : les axes hydrauliques ou de drainage (la circulation de l'eau), le découpage en zones d'intervention spécifique à la SAED, le découpage administratif (communautés rurales, arrondissements et départements).

La cartographie par interprétation visuelle d'images satellite apporte ici un complément très important puisque les aménagements et les UMV sont repé-

---

7 On notera qu'en 1990, les unités de mise en valeur avaient été considérées comme des données signalétiques. Elles étaient supposées évoluer très lentement. Or, la pratique a montré que ces unités évoluaient rapidement : extension, diminution, transfert à d'autres organisations, éclatement ou regroupement, *etc.* Il a fallu par la suite, adapter la banque de données en intégrant la notion d'historique pour pouvoir enregistrer ces phénomènes.

8 L'année agricole (du 01/07 au 30/06) comporte trois saisons, l'hivernage qui théoriquement débute le 01 juillet, puis la saison froide qui débute en novembre et enfin la saison chaude qui débute en mars/avril. Mais, les cycles "naturels" ne sont pas scrupuleusement respectés par les producteurs qui décalent leurs semis pour diverses raisons liées notamment à l'accès au crédit de campagne. Ainsi, entre saison chaude et hivernage, il n'existe plus de période creuse, les producteurs utilisent le terme d'intersaison pour ces semis trop tardifs pour être des semis de saison chaude et trop précoce pour être des semis d'hivernage. Pour pouvoir séparer les saisons, des dates limites arbitraires ont été fixées dans la banque de données.

rés, délimités et cartographiés. Cette cartographie permet de compléter le recensement, de contrôler l'état des aménagements ou des UMV et les superficies déclarées par les producteurs.

La numérisation des cartes ainsi réalisées permettra la mise en place d'un système d'information géographique. Cette opération en est encore à sa phase pilote dans la délégation de Dagana.

### La gestion.

La banque de données est un outil de travail de la SAED qui s'insère dans le cadre des activités de suivi et d'évaluation. Son fonctionnement et son exploitation sont décentralisés comme l'est le fonctionnement général de la SAED (voir en annexe 3, l'organisation générale de la SAED et le fonctionnement de la banque de données), mais les services centraux ont la responsabilité du maintien de l'intégrité et de la cohérence de la banque de données.

Les principales tâches pour la gestion de cet outil sont : la saisie, la modification et le contrôle des données, l'édition, l'administration des données, la maintenance et l'évolution de l'application informatique, la gestion des droits d'accès, l'archivage et la sauvegarde, *etc.*

Le DPDR, et en particulier la Division du Suivi-Evaluation, gère l'évolution de la banque de données aussi bien en ce qui concerne les évolutions de structure (modification de la structure de fichiers, ajouts de fichiers, création d'éditions, *etc.*), qu'en ce qui concerne les nomenclatures et les codifications communes aux quatre délégations.

Chaque délégation gère de manière indépendante sa banque de données, en ce qui concerne la collecte et la saisie d'informations et la production d'états pour les besoins locaux. Le responsable chargé du suivi-évaluation a la possibilité de créer, et d'insérer dans les menus, des états de sortie qui lui sont propres. Par contre pour créer de nouvelles codifications ou modifier la structure des fichiers, la délégation doit au préalable en faire la requête à la DPDR qui répercute les modifications sur les autres délégations.

Enfin, la DPDR est responsable de la consolidation des informations pour l'ensemble de la SAED. Elle collecte les données et réalise des éditions spécifiques soit dans le cadre d'une production régulière de statistiques soit dans le cadre de demandes spécifiques émanant de la direction, d'autres services, ou de partenaires extérieurs.

## LA CIRCULATION DES INFORMATIONS ET LES ÉDITIONS

### Circulation des informations au sein d'une délégation.

La circulation de l'information au sein d'une délégation est basée sur un échange périodique entre le chargé de suivi-évaluation et les conseillers agricoles des zones d'encadrement par l'intermédiaire des chefs de secteurs.

Un recensement des principales unités<sup>9</sup> qui composent la banque de données a été effectué au cours des années 1990/91 et 1991/92, notamment dans le cadre d'une enquête menée en collaboration avec l'OMVS. Pour la délégation de Dagana, ce recensement a été complété par le travail de terrain réalisé dans le cadre du programme télédétection où ont été repérés sur image satellite les aménagements et les unités de mise en valeur (cultivés à la date de l'image et donc identifiables).

Toutefois, une part non négligeable des données signalétiques concernant ces unités n'a pas encore été saisie ; un important travail de collecte reste à fournir. Cet inventaire est sans cesse remis à jour avec les informations fournies par le conseiller agricole concernant l'apparition ou la disparition d'unités et les modifications de certaines caractéristiques.

Pour l'addition de nouvelles unités, le conseiller agricole dispose de fiches de collecte qu'il remplit et transmet au chargé de suivi évaluation de la délégation, si possible en début de saison de culture. Les informations concernant des modifications de données et des disparitions d'unités sont transmises par retour des documents de restitution.

L'échange permanent d'informations entre conseiller agricole et chargé de suivi-évaluation, nécessite une restitution complète et systématique des données signalétiques consignées dans la banque de données.

Pour pallier les difficultés que peuvent rencontrer les conseillers dans leur travail de collecte des informations et pour systématiser la mise à jour des données, le chargé de suivi évaluation, en collaboration avec la DPDR, doit organiser des enquêtes périodiques (tous les ans ou tous les deux ans selon la rapidité d'évolution et le nombre d'unités de la zone considérée) pour actualiser et compléter les données

Les informations de type suivi font l'objet d'une collecte et d'une restitution périodiques et systématiques pour toutes les unités de mise en valeur.

En ce qui concerne le suivi de la mise en valeur, les documents de collecte sont édités et distribués à raison de trois éditions par saison de culture (soit 9 éditions) :

- Edition 1 : vérification des données signalétiques des superficies aménagées et exploitables et collecte des données concernant les superficies cultivées par UMV et les cultures pratiquées dès la fin des semis pour la saison concernée (voir tableau 1) ;
- Edition 2 : vérification des données concernant les superficies cultivées et les cultures pratiquées et enregistrement des superficies récoltées et des raisons de sinistre en fin de saison ;

---

9 Pour les villages, ce sont les données du recensement général de la population effectué en 1988 qui ont été utilisées.



- Edition 3 : restitution pour vérification des informations de la mise en valeur pour la saison concernée.

En fin d'année agricole, une édition (Edition 4) permet de restituer l'ensemble des données de la mise en valeur pour les trois saisons de culture par UMV (superficie exploitable, superficie cultivée par saison et taux d'intensité culturale<sup>10</sup> pour l'année agricole), et de collecter les informations concernant les raisons de la non exploitation des UMV ayant un taux d'intensité culturale inférieur à 1.

Ces différentes phases se déroulent selon une programmation qui tient compte des périodes de semis et de récolte pour chacune des saisons.

Saison	Mise en place des cultures	Récolte
Hivernage	Mi-juin / Mi-août	Mi-septembre / Fin novembre
Saison sèche froide	Octobre / Novembre	Février - Avril
Saison sèche chaude	Mars / Avril	Juin / Juillet

**Tableau 1 : calendrier cultural**

Toutefois, dans le delta du fleuve en particulier, les pratiques paysannes s'écartent considérablement de ces normes, notamment en raison des difficultés rencontrées pour mettre en place les cultures (difficultés liées à l'obtention des crédits mais aussi aux problèmes d'organisation du travail). Les semis de riz s'étalent sur une période allant du début de la saison chaude jusqu'à la mi-septembre. Il n'y a plus de pause permettant de différencier saison sèche chaude et hivernage<sup>11</sup>.

La programmation de la collecte et de la restitution des données sur la mise en valeur prend en compte ces nouvelles pratiques. Comme il fallait une référence commune à l'ensemble des conseillers agricoles, la fin des semis de saison chaude a été fixée (de manière arbitraire) au 30 mai ; les semis postérieurs à cette date sont considérés comme semis d'hivernage.

Ainsi, pour une année agricole, la collecte des informations sur le suivi de la mise en valeur débute en septembre et se termine en décembre de l'année suivante. Ce délai est difficilement compressible en raison de l'étalement des semis et des récoltes. Toutefois, des états provisoires peuvent être édités plus tôt. Par ailleurs, les conseillers agricoles fournissent régulièrement (théoriquement chaque semaine) des états sur l'évolution des superficies emblavées qui

10 Nombre d'hectares cultivés par habitant et par an

11 Les producteurs utilisent le terme de "intersaison" pour ces semis réalisés en fin de saison sèche chaude avec une récolte effectuée en fin d'hivernage, en fonction des pluies.

font l'objet d'un rapport pour l'ensemble de la SAED, à transmettre au ministère de tutelle.

Le suivi des emprunts est une activité nouvelle qui n'a pas encore réellement débuté. Elle sera menée en collaboration avec la Caisse Nationale de Crédit Agricole et sera basée sur une collecte des informations au niveau de chaque zone et secteur pour les demandes de crédits ayant reçues le visa SAED, puis par des collectes de données auprès des agences bancaires ayant octroyé des crédits (principalement les agences de la CNCAS). Pour les emprunts de campagne, la collecte s'effectuera en début de saison. Pour les emprunts d'équipement, les collectes seront effectuées tous les trimestres. Les données collectées sont restituées selon les mêmes périodicités.

Les autres informations concernant les emprunts ne peuvent être collectées qu'auprès des organismes bancaires (montant accordé, montant remboursé, etc.) selon une périodicité et des modalités qui restent à préciser et qui devraient faire l'objet d'un protocole d'accord pour l'échange d'informations entre la SAED et ces organismes.

En ce qui concerne le suivi des matériels et équipements, l'inventaire pour chaque OP doit être fait en même temps que la collecte des autres informations qui la concernent, en préalable à son intégration dans la banque de données. En réalité, ceci n'a été fait que dans la délégation de Podor. Cet inventaire justifie une enquête globale et systématique au niveau de toutes les zones d'encadrement.

Les informations obtenues dans le cadre du suivi des crédits d'équipement permettent une mise à jour continue pour la plupart des nouveaux matériels acquis par les OP. Cette mise à jour est complétée par une enquête annuelle réalisée par les conseillers agricoles sur la base d'une édition des données déjà disponibles.

### Circulation des informations entre délégations et DPDR.

La DPDR centralise l'information en provenance des délégations, effectue les traitements et les éditions qui concernent l'ensemble de la zone d'action de la SAED, avec d'une part, une diffusion aux délégations et aux différents services de la SAED, d'autre part, une diffusion à l'extérieur de la SAED.

Les échanges entre délégations et DPDR sont périodiques et systématiques. Les transferts d'informations se font sous la forme de fichiers et d'éditions.

Les transferts sous forme de fichiers sont complets et concernent l'ensemble des données des délégations. Ils ont une périodicité trimestrielle, alors que les envois d'éditions se font à la fin de chaque saison de culture et à la clôture de l'année agricole.

## Les éditions et les traitements.

Les données stockées dans les fichiers de la banque de données SAED, peuvent être éditées sur une imprimante sous forme de tableaux, affichées à l'écran ou stockées dans un fichier de type texte. Ces éditions sont précédées, dans la plupart des cas, par des traitements réalisés automatiquement.

La liste des éditions n'est pas figée. Elle peut évoluer, comme l'ensemble de la banque de données, en fonction des besoins de la SAED ou des demandes formulées. Les éditions actuellement disponibles sont de trois catégories :

- les éditions de listes<sup>12</sup> destinées aux gestionnaires de la banque de données, qui regroupent les éditions des modalités des saisies et les éditions des nomenclatures ;
- les éditions spécifiques pour la collecte, le contrôle et la restitution des informations ;
- les éditions de type "tableau de bord" destinées aux différents utilisateurs de la banque de données et aux destinataires des informations avec des agrégations à différents niveaux selon les besoins.

Les éditions programmées n'intègrent pas de traitements statistiques. Elles sont composées essentiellement de totalisations selon les différents découpages administratifs, selon les découpages SAED ou selon des champs de type modalité (types d'aménagement, types d'OP., *etc.*), mais aussi de mise en relation de données de types différents.

Dès le départ, il a été prévu que les traitements statistiques seraient réalisés à l'aide d'autres logiciels pouvant récupérer des fichiers de données de type Dbase (et notamment le logiciel LISA<sup>13</sup>). Quelques éditions intégrant des traitements statistiques élémentaires pourront toutefois être programmés.

D'autres éditions sont encore à concevoir et à réaliser notamment pour couvrir les nouveaux domaines pris en compte dans la banque de données (et notamment les emprunts) ou les domaines pour lesquels, jusqu'ici, les données collectées étaient trop partielles pour faire l'objet d'éditions (et notamment le matériel des OP et les relations entre OP).

## Décentralisation et circulation, contrôle et cohérence des informations.

La décentralisation de la banque de données est un acquis important, car dans les délégations où le fonctionnement est correct, il peut s'établir un échange réel entre les conseillers de terrain et le gestionnaire de la banque au siège de

---

12 Certaines de ces éditions présentent un intérêt certain comme base de sondage ou comme recensement.

13 Logiciel Intégré des Systèmes Agraires : logiciel de gestion de données et de traitement statistique développé par le CIRAD-SAR et couramment utilisé à la SAED pour le traitement des enquêtes.

la délégation. Cette relation ne pourrait s'établir entre les conseillers et le personnel des services centraux basés à Saint-Louis.

Toutefois, les problèmes que génère la décentralisation sont nombreux. Le premier d'entre-eux est matériel. Il concerne la maintenance des micro-ordinateurs et des périphériques, mais aussi les consommations importantes en fournitures et consommables. Sur le plan technique, les problèmes de maintenance des programmes sont mineurs, alors que les problèmes d'homogénéisation des informations (contenus et périodicité) restent importants. En effet, chaque délégation en fonction de ses priorités, de la structure de ses aménagements, privilégie certaines informations par rapport à d'autres. La consolidation au niveau central pose alors des difficultés<sup>14</sup>.

Enfin, même si la circulation des informations entre le terrain (les conseillers) et les services des délégations ou centraux s'est considérablement accrue par rapport à la situation qui prévalait avant la mise en place de la banque de données, il reste encore de nombreux progrès à réaliser en ce qui concerne la périodicité de transmission ou de restitution, mais aussi le contrôle et la qualité des informations fournies.

Les apports de la banque de données en matière de "connaissance" par le conseiller agricole de sa zone d'action et de ses interlocuteurs ont été importants. Faire, ou refaire des recensements d'organisations paysannes ou d'aménagements, recevoir en retour les informations mieux organisées, comparées à la situation passée ou à des situations des zones voisines, sont autant d'éléments qui favorisent un meilleur suivi de la zone par le conseiller<sup>15</sup>.

C'est aujourd'hui à travers la banque de données que sont produites les principales statistiques de la SAED concernant les aménagements hydro-agricoles et l'agriculture irriguée dans la vallée. C'est donc cet outil qui donne des éléments pour les prises de décisions à différents niveaux de la hiérarchie. A ce titre, il constitue un véritable outil de pilotage. Les traitements qu'il permet sont précieux pour orienter ou prendre certaines décisions. A titre d'exemple on peut citer, pour l'élaboration des schémas hydrauliques, la production de données sur axes hydrauliques avec les superficies aménagées, les superficies cultivées selon les saisons et les années, le nombre, l'importance, la localisation et le type des organisations paysannes concernées, etc.

---

14 Si certaines difficultés sont liées à des choix "malheureux" de certains termes lors de la conception de la banque, les problèmes viennent essentiellement de la multiplicité des intervenants dans cette région : chacun, dans sa zone, a conçu un langage particulier en fonction de sa propre conception des aménagements hydro-agricoles.

15 On notera à ce propos, que la cartographie des aménagements hydro-agricoles par interprétation visuelle d'images satellite couplée avec la banque de données, dans le delta du fleuve où la dynamique d'aménagement a été très forte pendant plusieurs années, a été d'un apport très significatif. Elle a permis le repérage et l'identification de nombreux aménagements ; elle a fourni des éléments de contrôle et de discussion avec les producteurs.

Mais les performances restent encore à améliorer avant que cette banque de données ne soit un outil de pilotage à part entière : fiabilité, délai de mise à disposition des informations, exhaustivité de ces informations.

## CONCLUSION

Un des acquis importants de la banque de données est la masse d'informations disponible aujourd'hui à la SAED. Ces informations concernent les aménagements hydro-agricoles, les organisations de producteurs, les unités de mise en valeur, le matériel et les équipements que possèdent les organisations, la mise en valeur sur plusieurs années et plusieurs saisons, *etc.* Bientôt ces données seront complétées par le niveau d'endettement des organisations. Enfin, grâce au programme de télédétection, ces aménagements hydro-agricoles et les organisations de producteurs qui les mettent en valeur, seront localisés sur des cartes.

Ces informations font partie du domaine public, et sont donc accessibles à tous sous forme d'édition de fichiers. Toutefois, les traitements statistiques réalisés jusqu'à ce jour au niveau de la base sont pratiquement inexistantes, les utilisateurs des données se doivent donc de les traiter eux-mêmes.

Toutefois, la fiabilité des données est encore un des problèmes auxquels la SAED est confrontée. Si cette fiabilité s'est améliorée depuis 1992, les données disponibles de 1990 à 92 sont souvent incomplètes, ainsi, la série réellement utilisable est encore très limitée.

Les perspectives sont quand même forts intéressantes. Le premier pas qui était l'adoption de cet outil par les principaux fournisseurs d'informations (les conseillers agricoles) a été franchi. Les réticences ont été nombreuses au début vis-à-vis d'un outil qui imposait rigueur et cohérence, et permettait un contrôle de leurs activités. Mais aujourd'hui, les documents issus de la banque de données constituent la référence des conseillers pour leur zone. L'acquisition de données fiables et exhaustives devient petit à petit une réalité.

La banque de données constitue aussi la seule base de sondage disponible. Les changements d'échelle sont opérationnels et permettent des analyses à des niveaux bien différents. Toutefois, jusqu'à ce jour, cet outil reste trop confidentiel. Il faut que la SAED s'ouvre à ses partenaires (collectivités locales et en particulier communauté rurale, grandes organisation fédératives) en prenant en compte leurs besoins et en éditant les informations susceptibles d'y répondre.

L'une des forces de cet outil est qu'il a été prévu avec suffisamment de souplesse pour que la SAED puisse, elle-même, l'adapter à ses exigences.

Enfin, la mise en place d'un système d'information géographique (SIG), phase-test, permettra d'intégrer banque de données et cartographie. Il devrait consti-

tuer le véritable outil de pilotage du Programme Directeur de Développement Intégré de la rive gauche du fleuve Sénégal.

□ □ □

## Annexe 1. Classification des aménagements.

### Aménagements hydro-agricoles, axes hydrauliques et ouvrages et équipements de service public

Dans la Banque de Données (BdD), sous le terme générique "Aménagements", sont regroupés d'une part les "aménagements hydro-agricoles" au sens strict, d'autre part les axes hydrauliques naturels ou construits par la SAED et les ouvrages et équipements réalisés par la SAED sur ces axes et qui relèvent du Service Public.

#### Les types d'aménagement hydro-agricole.

La SAED fait une distinction entre quatre grands types d'aménagements hydro-agricoles.

Cette distinction est basée d'une part sur l'origine des aménagements (avec deux grands groupes, l'un composé des aménagements réalisés par la SAED ou sous la supervision de la SAED, l'autre composé des aménagements réalisés hors SAED), d'autre part, pour le groupe des aménagements réalisés par la SAED, sur leur mode de fonctionnement hydraulique.

#### Les Grands Aménagements (GA).

Ce sont des aménagements de grande taille, (généralement de plus de 100 hectares), divisés en secteurs et quartiers hydrauliques, alimentés par une station de pompage, permettant une irrigation gravitaire de l'ensemble de la superficie aménagée dominée et disposant d'un système de drainage, (gravitaire avec ou sans station d'exhaure).

Tous les grands aménagements ont été réalisés par la SAED. Celle-ci en assurait la gestion et l'entretien jusqu'en 1989. Depuis cette date, pour chacun d'eux, elle transfère cette responsabilité à une organisation paysanne composée des organisations des producteurs (la plupart du temps une union de GIE). A terme, la SAED ne gèrera plus d'aménagement de ce type.

La gestion et l'entretien des aménagements de ce type sont relativement complexes sur le plan organisationnel car il y a un grand nombre d'irriguants qui doivent se regrouper pour gérer en commun l'ensemble de l'aménagement (station de pompage, station d'exhaure, partie commune du réseau d'irrigation et de drainage).

Pour la Banque de Données, l'aménagement est subdivisé en autant d'Unités de Mise en Valeur (UMV) qu'il y a d'organisations paysannes ou exploitants privés qui disposent de terre à l'intérieur (sur les superficies initialement aménagées par la SAED et/ou sur les superficies en extension).

La superficie dominée comprend la Superficie Nette Initiale (c'est à dire la superficie aménagée par la SAED, et éventuellement réhabilitée, nette de toute emprise attribuée à des organisations paysannes) et la Superficie en Extension (c'est à dire la superficie aménagée par les producteurs eux-mêmes en plus de la superficie initialement aménagée par la SAED).

#### Les Aménagements Intermédiaires (AI).

Un aménagement intermédiaire est composé de plusieurs unités autonomes d'irrigation (UAI) et d'une partie commune à ces UAI. La partie commune comprend une station de pompage et des canaux d'irrigation primaires qui alimentent plusieurs UAI, et/ou une station d'exhaure et des canaux de drainage qui drainent plusieurs UAI. Les UAI sont des aménagements de petite dimension, non subdivisés en quartiers, et dont l'alimentation en eau est assurée par pompage avec un GMP. Tous les aménagements intermédiaires sont des aménagements réalisés par la SAED. Mais leur gestion est toujours paysanne.

La gestion et l'entretien d'un aménagement intermédiaire nécessitent une organisation à deux niveaux. Chaque UAI est géré de manière autonome par une organisation paysanne pour tout ce qui concerne le GMP et le réseau d'irrigation interne de l'UAI. La partie, ou les parties communes, (station de pompage principale, station d'exhaure, canaux primaires, drains principaux) sont gérées par une organisation regroupant toutes les organisations paysannes des UAI qui dépendent de ces parties communes.

Différents types d'aménagements intermédiaires peuvent être distingués selon que les UAI sont liées entre elles par l'irrigation, le drainage ou les deux à la fois.

- Aménagement intermédiaire par l'irrigation : la partie commune est composée d'une station de pompage et de canaux d'irrigation principaux. Les UAI pompent avec leur GMP dans ces canaux principaux. Les UAI sont dépendantes entre elles au niveau du système d'irrigation

primaire qu'elles gèrent en commun. Les casiers (une zone d'épandage ou un axe hydraulique y compris le fleuve). Il faut donc identifier, pour chaque aménagement hydro-agricole, la provenance de l'eau d'irrigation et sa destination.

Pour chaque aménagement hydro-agricole il y a un d'Hamadi, d'Ounaré, de Ndouloumadji dans la délégation de Matam sont de ce type. Ce sont des aménagements intermédiaires en ligne d'eau basse.

- Aménagement intermédiaire par le drainage : la partie commune est composée de drains et d'une ou de plusieurs stations d'exhaure. Les UAI pompent avec leur GMP dans le fleuve ou un des ses affluents ou défluent, mais sont dépendantes entre elles par le système de drainage qu'elles gèrent en commun. Les cuvettes de Ndombo et de Thiago, dans la délégation de Dagana, sont de ce type ; chaque UAI pompe dans la nouvelle Taouey avec son GMP, mais le système de drainage était prévu pour être commun aux différents UAI de chacune des cuvettes avec des drains et un GMP d'exhaure (en fait le système de drainage n'est plus fonctionnel, chaque UAI se retrouve donc totalement autonome). L'aménagement de Saldé-Wala dans la délégation de Podor est également de ce type.

- Aménagement intermédiaire par l'irrigation et le drainage : les parties communes aux différents UAI concernent à la fois le système d'irrigation et le système de drainage. En fait il n'existe pas d'exemple d'aménagement intermédiaire de ce type sur la rive gauche du fleuve Sénégal.

Pour la banque de données, l'aménagement intermédiaire est décomposé en  $(n + 1)$  aménagements comme suit :

- un aménagement pour la partie commune qui est gérée par l'union fédérant l'ensemble des organisations paysannes qui gèrent des UAI ;
- autant d'aménagements qu'il y a d'UAI ( $n$  UAI) dont le bon fonctionnement est lié au bon fonctionnement des parties communes.

#### Les Petits Périmètres Irrigués SAED (PPI SAED).

Ce sont les petits aménagements (superficie inférieure à 50 ha), sans division en quartier hydraulique, réalisés par la SAED.

Dans la presque totalité des cas, ce sont des PIV, (périmètre irrigué villageois) qui sont gérés par une organisation paysanne composée des attributaires des parcelles irriguées (en général la superficie par attributaire est faible). Dans quelques très rares cas, ce sont des PIP (périmètre irrigué privé), car l'aménagement et sa gestion sont sous la responsabilité d'un exploitant privé, seul attributaire.

A l'intérieur de ce groupe des PPI SAED, on fera une distinction, pour la Banque de Données, en fonction des bailleurs de fonds (Banque Mondiale, Caisse Française de Développement, Pays Bas, etc.). Dans ce groupe figurent également les UAI indépendantes, c'est à dire des PPI qui ont été réalisés en même temps qu'un aménagement intermédiaire, d'où leur nom d'UAI, mais qui en fait sont totalement indépendantes, c'est à dire qui ne dépendent pas des parties communes de l'AI, ni pour l'irrigation ni pour le drainage.

#### Les Périmètres Irrigués Hors SAED (PI Hors SAED).

Ce sont les aménagements réalisés sans la supervision, le contrôle et l'appui de la SAED. Leur taille peut être très variable, de quelques hectares à plus de 100 hectares.

Très souvent, ce sont des aménagements sommaires c'est à dire de conception simple, réalisés au moindre coût sans étude préalable, avec des canaux et des digues qui ne sont pas compactés, sans planage mécanique des parcelles et sans système de drainage.

Comme pour le type précédent, on retrouve des périmètres avec une gestion communautaire (donc des PIV) et des périmètres avec une gestion privée (donc des PIP).

Ce groupe englobe des aménagements qui peuvent être très différents tant sur le plan de leur conception et de leur réalisation, que sur le plan de leur gestion hydraulique et de leur mode de mise en valeur.

#### Les autres types "d'aménagement".

La banque de données est conçue, pour répondre aux objectifs de gestion de l'eau, de manière à suivre la circulation de l'eau, du fleuve jusqu'au point final de drainage (une zone d'épandage ou un axe hydraulique y compris le fleuve). Il faut donc identifier, pour chaque aménagement hydro-agricole, la provenance de l'eau d'irrigation et sa destination.

Pour chaque aménagement hydro-agricole il y a un axe hydraulique amont où est prélevée l'eau (source) et pour certains aménagements un réseau aval (drainage) où est rejetée l'eau de vidange.



De nombreux aménagements n'ont pas de système de drainage, la vidange des parcelles se fait par évaporation et infiltration ; dans ce cas l'aménagement hydro-agricole peut être considéré, de manière imagée, comme une "impasse" dans le réseau de circulation de l'eau.

Le bon fonctionnement d'un axe hydraulique peut dépendre d'un ouvrage ou d'un équipement réalisé par la SAED et dont l'entretien et le fonctionnement relèvent du Service Public.

Ainsi, dans la banque de données, les axes hydrauliques (fleuve, affluents et défluent) et les ouvrages et équipements relevant du service public sont compris dans le groupe des "aménagements" avec un code spécifique pour chacun d'eux. Par un système de "filiation", il est possible de suivre la circulation de l'eau.

### **Fleuve, affluents et défluent (FLEUVE/AFF/DEF).**

Ce groupe comprend tous les axes hydrauliques naturels, dont le fonctionnement ne dépend pas de la gestion ou de l'entretien de la SAED. Chaque axe dispose d'un code particulier et peut même être découpé en plusieurs biefs.

### **Ouvrages, équipements ou axes relevant du service public (SERVICE PUBLIC).**

Ce groupe comprend tous les ouvrages, équipements ou axes hydrauliques gérés par la SAED et qui relèvent effectivement du service public.

Les canaux de la CSS qui alimentent des aménagements hydro-agricoles gérés par des producteurs sont également intégrés dans ce groupe.

## Annexe 2. Classification des GIE.

### Les différents types de GIE

Les subdivisions au sein de la classe des GIE, sont nécessaires, car le nombre d'organisations dans cette classe est très important et le statut de GIE peut être adopté par des acteurs très différents.

#### GIE d'exploitants agricoles.

Ce sont les GIE dont les membres sont des paysans indépendants de la zone, chefs d'exploitation agricole dans la plupart des cas, mais aussi dépendants, ("*surga*" en wolof), qui se sont regroupés pour exercer une activité économique en commun. Chaque membre du GIE a une activité productive agricole, activité qui est la raison d'être du GIE. L'organisation interne peut varier, mais, très souvent, les activités sont menées de manière individuelle ; les activités collectives ou communautaires sont réduites au minimum, (par exemple pour l'agriculture irriguée, chaque membre cultive individuellement sa ou ses parcelles ; les activités collectives concernent la gestion de l'aménagement et de l'eau ainsi que le crédit. Les groupements de producteurs initiés par la SAED et qui se sont transformés en GIE, appartiennent à ce groupe.

#### GIE familial.

Ces GIE sont formés de membres, chefs d'exploitation ou dépendants de la zone, appartenant à la même famille, (éventuellement deux ou trois familles), qui se sont regroupés pour exercer en commun une activité économique. L'organisation interne varie, mais dans la plupart l'ensemble des activités sont menées de manière collective.

#### GIE d'investisseurs.

Ce sont des GIE dont les membres, ou une partie des membres sont des personnes, originaires ou non de la zone, qui n'ont pas pour activité principale l'agriculture, (souvent des commerçants ou des fonctionnaires), et qui apportent dans le GIE des capitaux. L'activité productive est souvent exercée par de la main d'oeuvre salariée ou des métayers.

#### GIE sous-groupe.

Ce sont des GIE formés par éclatement d'associations diverses, et notamment des foyers ou des associations de femmes, et donc constitué de membres qui sont le plus souvent des dépendants au sein des exploitations agricoles de la zone.

#### GIE talibé.

Ce sont des GIE constitués par des talibés d'un marabout, dont le produit de l'exploitation est destiné à des fins religieuses, ("*gammu*", "*maga*", construction de mosquée, chants religieux, marabout, etc.).

#### GIE de femmes.

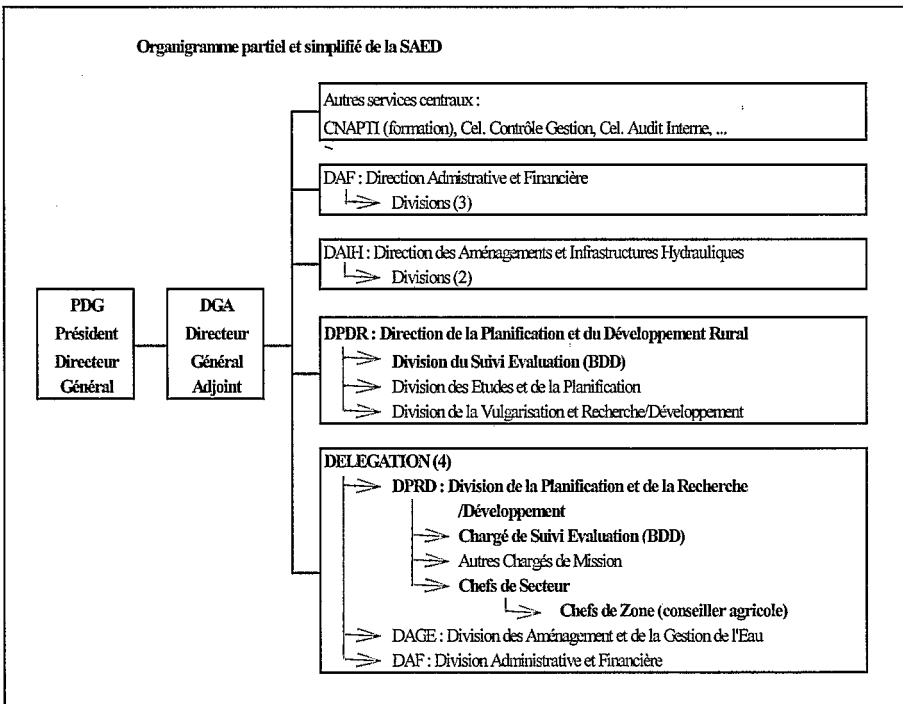
Ce sont des GIE constitués uniquement de femmes.

### Annexe 3. Fonctionnement de la banque de données.

#### Organisation interne de la SAED.

La SAED a une organisation décentralisée avec des **services centraux** basés à Saint-Louis chargés de la conception et de la coordination des activités et de l'appui aux délégations pour leur mise en oeuvre. Dans chaque département de sa zone d'action, des **délégations** sont chargées de l'exécution des actions mais disposent d'une large autonomie aussi bien sur le plan financier que technique, (avec, d'aval en amont du fleuve Sénégal, les délégations de Dagana, Podor, Matam et Bakel).

Chaque délégation est sous la responsabilité d'un Ingénieur Délégué et a une organisation "centrale" qui reproduit, plus ou moins fidèlement, l'organisation générale de la SAED. Pour les interventions dans le monde rural et l'appui aux producteurs, la délégation est subdivisée en secteurs (avec un chef de secteur) et en zones d'encadrement (avec un conseiller agricole par zone).



L'organisation adoptée pour le fonctionnement de la banque de données reproduit l'organisation générale de la SAED. Au niveau central, elle est sous la responsabilité de la division du suivi-évaluation (DSE) de la direction de la planification et du développement rural (DPDR) dont le rôle principal est de concevoir et d'adapter son fonctionnement selon les besoins et les demandes des CSE des délégations, de coordonner les évolutions notamment en matière de modalité et nomenclature, d'appuyer et de former les CSE et de centraliser et diffuser les informations.

Dans chaque délégation la banque de données est sous la responsabilité du chargé de suivi-évaluation (CSE) de la division de la planification et de la recherche-développement (DPRD). Il en assure la complète gestion (organisation de la collecte, saisie, contrôle, restitution et édition des informations). Pour chacune des unités de base de la banque de données (aménagement, OP, UMV) les informations sont collectées par les conseillers agricoles.



# Stratégie de formation et de vulgarisation à la SAED

□ □ □

S. Camara

Sociologue, SAED, Saint Louis, Sénégal

La formation et la vulgarisation pour les exploitants agricoles se posent de manière problématique dans la vallée du fleuve Sénégal (VFS). Les deux concepts qui, en partie, se confondent<sup>1</sup> constituent une fonction de développement agricole presque exclusivement gérée par l'Etat à travers la SAED. Si les évolutions de la société de développement ont donné des caractères différents à la formation et à la vulgarisation, il reste que l'objectif stratégique a toujours été le même : arriver à ce que le producteur puisse prendre en charge son propre développement. La poursuite de cet objectif a connu trois étapes au cours desquelles le mode de relation avec les producteurs, le dispositif de formation et de vulgarisation, le contenu du message ont changé en fonction de l'évolution du problème de développement agricole dans la région. En effet, pour mieux approcher le problème de la formation et de la vulgarisation dans la VFS il faut d'abord prêter attention au rapport entre le type d'agriculture et le type de producteur.

Dans la VFS l'agriculture est de caractère semi-industriel eu égard à la conception de l'élément dominant du système de production, la riziculture irriguée. Cette dernière, par exemple, exige dans les conditions régionales :

- la transformation du milieu, son "artificialisation" ;
- des investissements importants (entre 2 et 4.000.000 Frs CFA à l'hectare selon le PDRG<sup>2</sup>) pour la réalisation des aménagements hydro-agricoles (AHA) ;
- des coûts de production élevés par campagne (autour de 200 000 FCFA à l'hectare) ;
- un rendement physique à l'hectare et un disponible foncier importants pour pouvoir dégager une bonne marge bénéficiaire ;

---

1 La vulgarisation étant de la formation par des méthodes surtout actives (démonstrations au champ par exemple) aux techniques de production.

2 Plan Directeur de Développement Intégré de la Rive Gauche du Fleuve Sénégal.

- l'intensification qui implique l'utilisation de certaines techniques de production telles que la motorisation, la fertilisation minérale, la maîtrise technico-économique des outils de production que sont l'AHA. et les machines agricoles.

Cependant, du côté des exploitants, les petits paysans prédominent. Ils se caractérisent par :

- un équipement des plus sommaires,
- un capital qui, s'il existe, se réduit à un petit troupeau car l'usufruit dont il bénéficie sur le foncier n'est pas une propriété privée,
- une totale dépendance vis à vis du crédit SAED puis CNCAS<sup>3</sup> pour la mise en place des campagnes agricoles,
- une superficie exploitable assez réduite (généralement entre 0,1 et 0,2 hectares) qui plus est dispersée dans l'espace et dont la gestion est multiple.
- le caractère extensif des cultures, relevant à la fois de l'ancienne civilisation agraire et d'une stratégie de minimisation des risques face à la non maîtrise de l'outil de production (manque de moyens nécessaires) et aux nombreuses incertitudes concernant les facteurs de production.

Dans une agriculture dominée par les petits paysans, on convient généralement de passer par un agent collectif - l'organisation coopérative ou paracoopérative - pour l'accumulation, l'investissement, la production, la gestion, la commercialisation, la distribution des revenus et, surtout pour ce qui nous intéresse ici, la formation et la vulgarisation. Il est en effet supposé que par le canal de cet exploitant collectif, les petits producteurs vont acquérir assez de moyens pour pouvoir assumer toutes leurs responsabilités dans le processus de production. On conçoit aussi que, par le biais de l'organisation, ils vont faire l'apprentissage de techniques de production performantes pour être compétitifs.

Si, pour l'aDAED, l'objectif stratégique de formation et de vulgarisation est la responsabilisation du producteur, la démarche stratégique en est le passage par l'Organisation Paysanne (OP). Seulement, ce support organisationnel de la stratégie ne s'est pas toujours prêté au travail de formation et de vulgarisation - objectif principal de la SAED dans les OP - à cause du fait que les paysans ont, dans ces OP, leurs propres objectifs prioritaires dont rend bien compte E.H. Sène : "ils (les paysans) demandent avant tout (...) des semences, du matériel, de l'engrais, des herbicides et non des "discours déjà entendus depuis de nombreuses années sur la façon, de les utiliser" (Sène, 1991). La dernière partie de cette citation révèle, concernant la SAED, un problème d'avenir sur lequel nous reviendrons plus loin. Nous voulions, pour le moment, souligner

---

3 Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal.

que, pour les producteurs, les OP servent tout d'abord à acquérir davantage de terre et à accéder facilement au crédit et sans garantie pour disposer de facteurs de production. Cette contradiction entre les objectifs de vulgarisation de la SAED et les objectifs paysans, est liée à l'histoire du mouvement coopératif sénégalais qui, malgré les réformes successives (sections villageoises en 1983, GIE en 1984) n'a jamais cessé d'être le cadre de fonctionnement d'un clientélisme politico-économique reliant l'Etat, les leaders du monde rural et la masse des paysans. Dans cette relation, l'Etat est patron, les leaders paysans lui assurent une adoption formelle de ses politiques et s'assurent du renforcement de leur propre position socio-économique ; la masse paysanne bénéficie quelquefois des retombées, notamment une relative sécurité face au non remboursement du crédit et diverses opportunités de subvention.

La stratégie de formation et de vulgarisation doit résoudre ce problème dû à l'environnement de la production ; elle doit prendre en compte les changements de demandes issues de la restructuration du milieu. Pourtant, la démarche stratégique avait été orientée dans ce sens. En effet, une intelligence assez opérationnelle de la culture irriguée telle qu'elle se présente dans la VFS a permis à la SAED d'entrevoir l'acquisition progressive par les producteurs de techniques de production et de gestion devant les amener, à terme, à se prendre en charge. Aux plans de la technique agricole et de la gestion économique de la production, l'irrigué dans la VFS s'ordonne en un système complexe à trois niveaux : la parcelle, la maille hydraulique, l'aménagement et son environnement extérieur. A chacun de ces niveaux les problèmes de formation et de vulgarisation se posent en des termes différents, en liaison avec la dimension grandissante (économiquement d'abord, et techniquement ensuite, l'inversion de l'ordre des choses est notable ici) des problèmes à résoudre. Ceci exige une articulation judicieuse des supports (dispositif de vulgarisateurs, Organisations Paysannes, Centre de Formation) et des messages à vulgariser. La description du travail de formation et de vulgarisation de la SAED aux trois sphères de vulgarisation (parcelle, maille, AHA), à travers trois étapes historiques et selon trois modes d'encadrement, aidera à mieux percevoir les réussites et les insuffisances dans l'articulation des différents éléments de la stratégie.

## FORMATION ET VULGARISATION JUSQU'EN 1980 :

Deux considérations sont à prendre en compte pour bien comprendre cette période.

Tout d'abord, les objectifs d'aménagement et de production étaient propres à la SAED, qui avait comme mission de démontrer la possibilité de l'autosuffisance céréalière du pays avec le concours de la riziculture irriguée. Avec cette orientation politique, la SAED, alors établissement public, était seule responsable des résultats. Aussi, avait-elle entre ses mains tous les moyens et facteurs de production dont elle jugeait, seule, les modes d'utilisation et mono-

polisait, de ce fait, toutes les informations. Puisqu'il s'agissait de faire dominer (d'imposer) un système de production, les résultats recherchés étaient plutôt quantitatifs, basés sur une approche simplement technique.

Ensuite, et conséquemment, il fallait transformer le paysan de la VFS qui avait des modes et systèmes de production relevant d'une civilisation agraire autre que celle d'où provient la culture irriguée intensive. Ce paysan néophyte et quelquefois colon n'était pas encore perçu comme sujet dans la promotion du nouveau système de production.

Le mode d'encadrement qui prévalait à cette première étape consistait en une initiation, presque forcée, du paysan aux rudiments de la riziculture irriguée. Ainsi le travail de la SAED en direction du producteur ne ciblait que la parcelle. Les encadreurs de base - de formation généralement faible mais en nombre suffisant, avaient pour tâche principale de répercuter les directives techniques (calendrier cultural, façons culturales, utilisation des intrants, *etc.*) issues du centre de décision de la SAED sur les attributaires de parcelle, de vérifier leur exécution et de remonter les résultats de production. En plus du contrôle des moyens et facteurs de production, la SAED assurait entièrement la gestion technique et économique aux deuxième et troisième niveaux du système de culture irriguée. En effet, le dispositif d'encadrement dense comprenait, outre les encadreurs de base, des intendants, des pompistes, des aiguadiers, des mécaniciens qui, à l'échelle de la maille et de l'AHA, se chargeaient des tâches de gestion pour le compte du paysan.

Concernant les Organisations Paysannes, cette approche a permis de percevoir l'inefficacité de la coopérative comme cadre de résolution des problèmes techniques et organisationnels de ce type d'agriculture. Le groupement de producteurs, calé à la maille hydraulique et structuré en fonction des tâches technico-économiques de la culture irriguée, a été la solution trouvée par la SAED. Il continue jusqu'ici de faire bonne école dans les milieux paysans si on en juge par la structuration des organisations créées sur initiative populaire (Foyer de l'ASESCAW, PIV, *etc.*) reproduisant plus ou moins le modèle.

## MODIFICATION DU SYSTÈME D'ENCADREMENT ET PLAN DE RESPONSABILISATION DU PRODUCTEUR (1981 - 1989).

La modification du système d'encadrement à la SAED obéit à une vision beaucoup plus qualitative et intégrée du développement agricole. Quant à la démarche pour la responsabilisation, basée sur la formation des encadreurs et des paysans, elle se présente de la manière suivante :

- Mise en place d'un Centre National d'Apprentissage aux Techniques d'Irrigation (CNAPTI) qui deviendra par la suite une Direction de la formation et de la recherche-développement (DFRD) fonctionnant avec



une équipe interdisciplinaire de recherche-développement chargée de la formation des formateurs (les conseillers agricoles) en s'appuyant sur les résultats de recherches souvent menées en collaboration avec l'ISRA.

- Formation d'un nouveau type d'encadreur polyvalent, (techniques culturales, gestion de l'eau, machinisme agricole, élevage, comptabilité, *etc.*). Les conseillers agricoles élaborent, avec les paysans, des programmes de travail sur la base d'un diagnostic du milieu.
- Initiation des responsables paysans par les nouveaux encadreurs avec des méthodes actives et participatives aux tâches de gestion technique et économique.
- Au terme de ce processus, les responsables paysans compétents et autonomes pour la réalisation des tâches dans certaines fonctions de production remplacent les agents SAED qui s'en occupaient. La société se sera ainsi désengagée de ces fonctions pour laisser aux groupements de producteurs, appuyés par les conseillers agricoles une réelle autonomie de décision et d'action dans la production.
- Le processus comporte son propre système d'évaluation puisque le bilan de campagne établi par le conseiller agricole doit faire intervenir son supérieur hiérarchique (le directeur de périmètre devenu récemment chef de secteur) par une restitution des résultats aux paysans dans la perspective de programmation d'actions de formation supplémentaire ou de recherche-développement.

Ainsi le dispositif d'encadrement ou d'appui-conseil est doublement allégé : il est réduit, au niveau local, à deux paliers que sont le conseiller agricole et son directeur de périmètre, la multitude des encadreurs de base spécialisés disparaît au profit du seul conseiller agricole polyvalent.

Dans cette étape la technicité des exploitants va passer des éléments de maîtrise de la parcelle à ceux de la maille hydraulique avec, notamment, l'acquisition des techniques d'irrigation à ce niveau (périodes et modalités de mise en eau, le tour d'eau, le drainage d'ensemble, l'entretien des réseaux secondaires et tertiaires, *etc.*). Le personnel paysan délégué à ces tâches de gestion technique au niveau du groupement est constitué par le pompiste, l'aiguadier et le mécanicien.

En matière de gestion économique les groupements de producteurs, à travers leurs intendants, trésoriers, peseurs, magasiniers, vont prendre en charge les fonctions de crédit, d'approvisionnement, de commercialisation et de comptabilité.

Il faut dire que cette amélioration du système d'appui-conseil a été facilitée par un certain nombre de facteurs, parmi lesquels on peut citer :

- une moyenne appréciable de technicité à l'échelle de la parcelle chez les paysans, ce qu'il faut considérer comme un résultat du premier mode d'encadrement ;
- la conception et la réalisation de types de périmètres (périmètres intermédiaires) plus facilement gérables par les producteurs ;
- la mise en route, à partir de 1987, de mesures institutionnelles de désengagement de l'Etat par rapport à des fonctions liées directement à la production. Ainsi, le crédit sera géré par la CNCAS selon des normes bancaires, l'approvisionnement en intrants agricoles est assuré par des opérateurs privés, tandis que la gestion de toutes les terres reviendra aux Conseils Ruraux<sup>4</sup>.

Aucune évaluation globale de cette deuxième étape de la stratégie de formation et de vulgarisation n'a été effectuée, mais on peut dire que les objectifs visés - compétence et autonomie des organisations paysannes de base pour la gestion de leur maille hydraulique ou de leur petit périmètre - étaient généralement atteints. Cependant, on peut regretter que le recyclage périodique des CA (programmé dès la conception du plan de responsabilisation au début des années 80) en fonction des évolutions de l'environnement technologique et économique n'ait pas été réalisé. Il en est de même pour les nécessaires compléments de formation du reste du dispositif (directeurs de périmètre et autres ingénieurs) qui doivent appuyer les conseillers agricoles.

Il faut enfin noter que la dernière promotion formée par la DFRD a été entièrement composée de conseillères en promotion féminine (CPF) au nombre de 19. Elles doivent effectuer, pour les organisations de femmes, le même travail que celui du CA pour les hommes, mais en prenant également en charge les activités et préoccupations spécifiques des groupements féminins (santé maternelle et infantile, nutrition, conservation et transformation de produits maraîchers, teinture et autres activités artisanales).

### LA TROISIÈME ÉTAPE : RÉALITÉS ET ENJEUX

Elle a été entamée dans une situation complexe.

D'une part, l'Etat et ses bailleurs de fonds ont brusquement adopté en 1990 des mesures hardies de transfert de fonction concernant la gestion des AHA, la production de semences rizicoles, la transformation du paddy. Contrairement à la période antérieure, ces mesures n'ont pas encore trouvé un plan conséquent de formation et de vulgarisation pour le dispositif d'encadrement et pour les gérants des activités productives. D'autre part, les organisations paysannes et les opérateurs privés s'engagent dans leurs nouvelles responsabilités avec

---

4 Le conseil rural est l'organe dirigeant de la communauté rurale ; il est composé d'élus politiques locaux et de représentants des coopératives.

toujours une stratégie de minimisation des risques. Du reste, ces deux catégories d'acteurs ont tendance à s'écarter de la SAED qui ne maîtrise plus toutes les informations liées aux fonctions desquelles elle s'est désengagée. Il faut aussi noter le renforcement très significatif de la catégorie des exploitants néoruraux et des paysans traditionnels devenus entrepreneurs agricoles. Ces nouveaux types d'exploitants combinent les productions végétales et animales aux prestations de services mécanisés, à la fourniture d'intrants agricoles, au transport, *etc.* En ce sens, ils ont besoin de conseils appropriés à la complexité de leur système d'activités. Pour mieux illustrer les réalités de l'étape actuelle examinons trois exemples impliquant la SAED : l'occupation du sol sur l'axe Gorom-Lampsar, le transfert de gestion des AHA, la transformation du paddy.

### L'occupation du sol sur l'axe Gorom-Lampsar

Ces défluent du fleuve constituent un aménagement du fait de l'ouvrage placé en amont (Station de Ronkh).

Cet aménagement est géré par la SAED qui maîtrise donc les limites et les modalités de l'irrigation tout au long de l'axe. Mais la distribution des terres, qui relève du Conseil Rural de Ross-Béthio, est établie sans tenir compte de cette première contrainte. Les nouveaux attributaires de terre amoindrissent les possibilités de pompage pour l'ensemble des riverains. En outre, la SAED, qui n'est pas forcément au courant de leur installation, et le Conseil Rural, qui n'a pas l'expertise technique, ne peuvent les empêcher de réaliser des aménagements sommaires (sans système de drainage) ou d'irriguer à partir d'un canal de drainage des périmètres SAED. Ceci conduit à la salinisation rapide des sols, à leur abandon au bout de deux à trois campagnes et ainsi à l'amorce d'une agriculture itinérante (avec l'acquisition d'autres terres), à l'opposé de l'objectif d'intensification des cultures, fixé par la nouvelle politique agricole.

De plus, nombre d'installations de périmètres ou de canalisations sont en porte-à-faux avec le schéma du PDRG.

### Le transfert de gestion des aménagements hydro-agricoles

La productivité du travail des exploitants individuels est la première condition de réussite de l'expérience, car du niveau de leurs revenus bruts dépendront leurs capacités à faire face à l'augmentation inévitable des charges de production. La réhabilitation des aménagements, de bons conseils techniques et une capacité de négociation avec l'extérieur sont également des conditions de réussite de ce transfert.

Au terme de la première année de gestion paysanne des aménagements transférés, le bilan était globalement positif, vu les marges satisfaisantes dégagées, le bon fonctionnement général des Organisations Paysannes et des aménagements qui avaient été remis à neuf. Cependant, des problèmes sérieux se sont signalés et risquent de compromettre le succès de l'expérience.

Au niveau de l'environnement socio-économique, les mauvaises relations entre les producteurs et les fournisseurs d'intrants, ont conduit à une utilisation non transparente du crédit, un surendettement des exploitants, une baisse de l'emploi réel des intrants agricoles, des rendements relativement faibles par rapport aux prévisions escomptées.

La tenue désordonnée des documents comptables a empêché l'établissement de bilans précis qui devraient être la base des conseils de gestion. Il faut noter qu'à ce niveau, les Organisations Paysannes (Unions de GIE) ont été réticentes à l'idée du recrutement d'un salarié compétent, alors que le dispositif d'appui (SAED) était plutôt occupé à compléter et généraliser la formation en gestion des responsables des organisations de base (GIE).

L'occupation de plus en plus anarchique des sols autour des aménagements transférés, crée une sur-utilisation des stations de pompage (irrigation de 1.600 ha au lieu de 870 à Thiagar) alors que les prestations de la SENELEC sont défectueuses - ruptures fréquentes de la fourniture d'énergie électrique qui, de surcroît, est de mauvaise qualité.

#### La transformation du paddy.

Le transfert de cette fonction aux privés classiques ou aux Organisations Paysannes dépend de la clarification de plusieurs zones d'incertitude touchant à l'équilibre de la filière riz. Parmi elles, on peut citer l'avenir du prix au producteur, la gestion de la péréquation positive, le problème de l'achat à la qualité.

Dores et déjà on peut constater l'existence de problèmes dans la gestion (technique et économique) des rizeries privées qui ont commencé à fonctionner. Il y a notamment :

- le contrôle des concessionnaires pour le choix des machines, les conditions d'installation, les services après vente, *etc.* ;
- le manque de qualification du personnel employé ;
- le faible rythme d'exploitation.

A travers ces trois exemples, apparaissent de nouveaux aspects de la formation et de la vulgarisation. L'intervention de la SAED en la matière recouvre de nouveaux objets qui sont tels que les contenus et les formes d'appui-conseil ne peuvent plus être standardisés comme à l'époque où il s'agissait essentiellement de techniques culturales à la parcelle. Compte tenu de l'expérience accumulée et de l'expérience actuelle (autogestion paysanne, participation de nouveaux acteurs avec la libéralisation, *etc.*) la SAED devrait pouvoir redéfinir assez rapidement une orientation, une démarche et des objectifs pour ce qu'il est aujourd'hui convenu d'appeler "appui-conseil" - sa principale fonction à la suite des dernières mesures de désengagement. Ainsi elle devra jouer un rôle de pilote en prenant soin de coordonner (ou prendre en compte) les ac-

tions entreprises par d'autres institutions. A cet effet, un certain nombre d'initiatives seront d'un grand intérêt.

- \* Concertations entre tous les intervenants dans le domaine de l'appui-conseil pour cerner les complémentarités, harmoniser les méthodes d'approche, *etc.* A cet égard, les journées de réflexion sur la formation organisées par la SAED, l'ISRA et l'ONG Diapanté en 1992, ont été une prémisses intéressante en ce qu'elles ont permis de regrouper la quasi totalité des structures de formation (y compris des fédérations d'OP) dans la vallée, de présenter les différentes expériences, les domaines de formation et les zones géographiques couverts par chacune, ainsi que les méthodes utilisées. Il apparaissait que la SAED, à travers la DFRD et les délégations départementales, avait une couverture géographique, complète de toute la vallée, liait sa formation à des actions Recherche/Développement et intervenait dans tous les domaines de formation (alphabétisation, techniques de culture et d'élevage, machinisme agricole, gestion, organisation) avec à la fois des méthodes classiques et des méthodes actives d'appui sur le terrain.
- \* Expérimentation de formules de liaison entre la formation proprement dite et les autres fonctions liées à la production (recherche-développement, crédit, équipement, *etc.*). Des cercles de partenaires ayant le producteur comme pivot devraient être formalisés ainsi que des règles pour leur fonctionnement ; par exemple :
  - les structures de recherche, les structures de vulgarisation (SAED, ONG), et les structures paysannes fédératives ;
  - les structures de crédit (CNCAS, FED), les structures de formation et les structures paysannes ;
  - Ou encore le crédit, les producteurs, les fournisseurs d'intrants et les prestataires de service.
- \* Participation des producteurs (à travers leurs organisations fédératives) aux instances de définition des actions de formation et de vulgarisation. La restructuration envisagée du centre de formation de la SAED devrait pouvoir permettre cette participation, tout en conservant l'acquis en matière de liaison recherche-développement et formation.
- \* Dans la mouvance des politiques de désengagement de l'Etat et de responsabilisation des producteurs, la SAED devrait aider les fédérations paysannes à se doter d'un corps de formateurs qui leur soit propre, pour prendre en charge certaines actions de formation (alphabétisation, par exemple).
- \* Un travail d'harmonisation devrait être entrepris, non seulement entre la SAED et les différentes structures intervenant en matière de vulgarisation agricole, mais aussi entre les objectifs et démarches des différents bailleurs de fonds de l'Etat sénégalais. En effet, pendant que dans le

delta la SAED est encouragée, dans les programmes financés par la Banque Mondiale et la Caisse Française de Développement, à se dés-engager en faveur de l'initiative paysanne, à Podor le FED, à travers les projets qu'il finance, s'oriente toujours vers un encadrement dirigiste jusqu'aux choix technologiques (traction bovine).

Pendant que les PDRG élaborés par l'Etat estiment que l'effectif en conseillers agricoles (actuellement 88 à la SAED) devrait être complété pour atteindre un optimum de 180, on assiste à l'arrêt de leur recrutement depuis 1988.

En matière de vulgarisation de techniques agricoles l'essentiel du travail de la SAED se fait avec le Programme National de Vulgarisation Agricole (PNVA). La démarche est la suivante : diagnostic des contraintes, formation des agents SAED, démonstration de techniques (parcelles de démonstration) par les conseillers agricoles en vue de leur adoption par les producteurs (parcelles d'adoption), formulation et mise en oeuvre de thèmes de recherche-développement sous forme de tests en milieu paysan ou expérimentations en station, suivis de visites organisées de producteurs pour les contraintes pour lesquelles on ne dispose pas encore de solutions satisfaisantes. Mais, comme on le voit, cet important programme ne s'occupe ni de formation en gestion passant par le préalable de l'alphabétisation, ni d'appui pour l'organisation de l'accès aux ressources (terres, matériel d'irrigation, crédit, etc.) qui est la première préoccupation des producteurs. La SAED prend en compte, par ailleurs, ces deux aspects avec la notion d'appui-conseil traduite dans les faits par le mode d'activité des CA. Cependant, le pont n'est pas établi de manière systématique entre ces différents aspects de l'appui-conseil menés dans les cadres de différents programmes, avec des bailleurs de fonds différents.

## CONCLUSION

Le mouvement paysan et la paysannerie elle même ont connu beaucoup de mutations à partir de la moitié des années 1980. Leur avenir et leur place dans le développement global de la vallée du fleuve Sénégal dépendront, pour beaucoup, de la qualité de l'appui-conseil que leur apportera le service public à travers la SAED - C'est au PDRG que pourront être fixées les orientations, les liaisons opérationnelles entre les diverses fonctions concernées par la production, les rôles et places de chaque type d'intervenant en matière d'appui aux producteurs. A l'étape actuelle du processus de responsabilisation du producteur, l'appui-conseil devrait se fonder sur les principes suivants :

- Une approche participative conduisant à la connaissance opérationnelle du milieu par le dispositif d'appui (au sens large).
- Des relations contractuelles entre le producteur et ses partenaires du service public qui lui apportent aussi des conseils dans le cadre de ses contrats avec le privé.

- Le diagnostic concerté (entre producteurs et service public) des contraintes à la production en général.
- la définition et la programmation, en commun, des actions prioritaires.
- Des conseils techniques et économiques fournis par le service public au cours d'actions de suivi des réalisations et d'évaluation des résultats, auxquelles les producteurs sont étroitement associés.
- L'aide à la constitution, au sein des grandes fédérations, d'un corps de formateurs qui leur soit propre.
- La production et la diffusion de l'information technique avec la participation des organisations de producteurs.

L'instauration d'un tel mode de collaboration devrait aboutir - peut être dans une quatrième étape de responsabilisation - à la participation du producteur à toute les instances (suprêmes, intermédiaires ou de base) de décision des institutions du service public.

□ □ □

## BIBLIOGRAPHIE

- Bâ, 1991 : L'impact du transfert de l'aménagement de Thiagar sur la production et analyse de l'autogestion paysanne. *ENCR (Bambey) Sénégal.*
- Belloncle G., 1991 : Transfert de la gestion des aménagements hydro-agricoles aux organisations professionnelles Mission d'appui N°1. *Saint-Louis, SAED.*
- Camara. S., 1992 : Historique et évolution de l'irrigation dans les delta du fleuve Sénégal. *Séminaire du réseau Recherche Développement. Saint-Louis, ISRA.*
- Cellule Après Barrage, 1987 : La problématique foncière : état d'exécution du mandat. *Dakar, C.A.B-Ministère du plan et des finances, Sénégal.*
- Diop M., 1988 : Aménagements de la vallée du fleuve Sénégal. *Thèse de doctorat 3ème cycle, Montpellier, 1988.*
- Fall O., 1992 : L'introduction de la double riziculture dans le casier de Thiagar : une analyse des conditions du changement technique dans le contexte de la nouvelle politique agricole du Sénégal. *Dijon, ENSSAA.*
- Mercoiret M.R. et Berthomé J., 1991 : L'appui aux organisations paysannes : rapport de mission à la SAED du 04 au 15 novembre 1991, *Saint-Louis, SAED.*
- Ministère du Développement du Sénégal, Loi 83-07 du 28/01/1983 portant réforme du mouvement coopératif.
- SAED, 1986 : Grille d'évaluation du transfert de responsabilité aux organisations paysannes. *SAED/CNAPTI.*
- SAED, La SAED a 25 ans, 1990,
  - i) Lettre de mission N°2, décembre 1984.
  - ii) Lettre de mission N°3, novembre 1987.
  - iii) Lettre de mission N°4, juin 1991, Saint-Louis, SAED.

□ Sène E.H., 1991 : La vulgarisation agricole dans le delta du fleuve Sénégal : cas de la zone de Lampsar. Bambey, ENCR.

□ SONED, 1991 : Plan Directeur de développement intégré de la rive gauche du fleuve Sénégal - Synthèse. Dakar, Ministère du Plan et de la Coopération.

□ Yung J.M. et Zaslavsky J., :

i) 1990, Pour une prise en compte des stratégies des producteurs. Paris CCCE.

ii) 1992, Aperçu sur les stratégies des producteurs des organisations paysannes dans le delta du fleuve Sénégal. Paris, CCCE, mars

□ □ □



## Conclusion

Cet ouvrage est un recueil de communications élaboré à mi-parcours d'un programme de recherches sur la performance des systèmes irrigués et leur insertion dans les systèmes de production de la moyenne vallée du fleuve Sénégal. Les contributions des participants à ce programme, de leurs partenaires et des divers acteurs concernés -dont les grands absents auront été les bailleurs de fonds- permettent de dégager un ensemble de réflexions, questions et conclusions.

Le choix de la région de Nianga-Podor comme secteur de référence était-il justifié ? Pour la recherche, il s'agissait de déterminer un objet d'étude de dimension suffisante pour représenter les problématiques et leur diversité, et suffisamment petit pour ne pas "diluer" l'effort d'observation. Dans tous les domaines d'étude -qu'il s'agisse du milieu physique, des aménagements et de la maîtrise technique, des aspects sociaux ou institutionnels- ce choix se justifie.

Les formations géologiques rencontrées sont représentatives de la moyenne vallée dans son ensemble. Les sols sont en outre caractérisés soit par une influence marine (sols salés) qui les rapproche de ceux du delta, soit par une influence continentale (évolution alcaline sous l'effet des eaux d'irrigation) qui concerne toute la vallée en amont de Dagana. Malgré l'absence de données anciennes, il est en partie possible de reconstituer l'évolution des sols et des eaux sous culture, et d'en rechercher les déterminismes en exploitant la diversité des aménagements présents dans cette zone (mode de gestion de l'eau, type de sol exploité, ancienneté de mise en culture). Le qualificatif de "laboratoire naturel" prend donc ici tout son sens.

Le problème du couvert forestier a été fréquemment cité. Des projets de reconstitution du couvert (projet Gonakié) et des initiatives pour lier les cultures forestières au développement des périmètres (haies brise-vent et bois d'oeuvre), tendent à pallier la disparition progressive des forêts d'*Acacia nilotica*.

En santé humaine, l'approche du problème des endémies qui a été présentée, montre une situation complexe appelée à évoluer.

Les systèmes irrigués de la région s'avèrent d'une riche diversité. En effet tous les types de périmètres se côtoient (A. Lericollais et A. Sarr) ; leur proximité géographique permet aux paysans de développer des stratégies complexes, en exploitant simultanément des parcelles situées dans des aménagements très différents (par exemple le Périmètre Autonome de Nianga, un PIV et un GIE privé). Au sein des périmètres, du groupement jusqu'à la parcelle, on assiste ainsi au déploiement d'un ensemble de choix techniques très variés : travaux

manuels ou mécanisés, doses et types d'intrants, calendriers culturaux et choix variétaux. Cette diversité conduit à poser un ensemble de questions, sur les aspects organisationnels, la dépendance des producteurs vis-à-vis du crédit, des fournisseurs et des prestataires, la pertinence des modèles techniques *etc.*

La différenciation sociale s'y exprime. Nianga abrite une grande diversité de populations. Le rôle de l'appartenance culturelle, par exemple, est souligné par Santoir : les Peul ne se consacrent pas autant, ni de la même façon que les *Haalpulaaren*, à la culture irriguée. De même, P. Handshumacher *et al.*, Ph. Lavigne-Delville, C. Tarrière, évoquent les répercussions de l'organisation traditionnelle en groupes statutaires sur la relation entre les individus et l'irrigation. Par ailleurs, C. Guilmoto et P. Diouf rappellent combien la position géographique des villages peut être déterminante.

Sur le plan institutionnel et organisationnel également, la région constitue un observatoire complet. Le Périmètre Autonome de Nianga symbolise la puissance de l'action que la SAED a développée depuis plus de trois décennies. Le projet FED quant à lui, représente une autre forme d'intervention, comme le souligne J.-B. Wackerman. D'autres acteurs s'y expriment avec force : banques, fournisseurs, prestataires de service, industriels *etc.* Enfin, face à la stratégie de désengagement de l'État, le développement de l'irrigation s'accompagne d'une montée en puissance des organisations paysannes. Tous ces acteurs interagissent d'une façon complexe, offrant une multitude de facettes et de stratégies de production.

Mais la région de Nianga se révèle parfois particulière, sans que cela ne pénalise les possibilités de réflexion qu'elle offre, bien au contraire. Cette partie la plus sahélienne du fleuve présente un large *waalo*, exploité par une population relativement peu nombreuse. Depuis la sécheresse, les pluies y sont inférieures à 250 mm, les crues se sont également considérablement réduites et l'endiguement de la cuvette de Nianga est venu confirmer ce changement drastique des conditions d'exploitation du milieu. L'irrigation y est donc très vite devenue une solution incontournable, d'autant que le recours à l'émigration est beaucoup moins pratiqué dans cette partie de la vallée que plus en amont. Il se trouve que Nianga abrite également la plus forte concentration de populations pastorales de la rive gauche. Ici plus qu'ailleurs se pose la question de l'intégration de l'élevage et de la culture irriguée.

□ □ □

Les textes présentés font tous ressortir l'extrême complexité des systèmes irrigués, liée au degré d'interaction de ses composantes (naturelles, techniques, sociales, institutionnelles).

Le succès des PIV, la multiplication des parcelles, montrent la motivation des paysans pour la culture irriguée et principalement pour la riziculture. En

accédant à l'irrigation, les paysans ont dû s'aventurer dans un univers technique, économique et organisationnel qui leur était étranger. La production au sein d'un périmètre suppose une organisation collective, alors que les cultures de décrue laissent à chacun une totale autonomie. Lors de chaque campagne, des décisions lourdes de conséquences (dates de démarrage du GMP, pratique ou non de la pré-irrigation, recherche des fonds de campagne et achat des intrants, *etc.*) sont désormais prises de façon collective. On assiste souvent à des dérapages : semis trop tardifs et emploi de variétés inadaptées, retard d'approvisionnement, doses d'engrais et de désherbant insuffisantes ou mal appliquées (P.-Y. Le Gal *et al*, J.-C. Poussin, M. Diagne)... Chacun de ces incidents bouscule progressivement un calendrier très serré et provoque une chute des rendements dont les exploitants discernent mal les causes (A. Soumaré).

Au sein des groupements, les préoccupations techniques peuvent être très différentes selon les individus, leur statut social et leur disponibilité foncière. En outre, les organisations paysannes, n'ont pas pris d'initiative dans le domaine du conseil technique. Positionnées largement sur les terrains politique, décisionnel et financier, n'auraient-elles pas intérêt à investir résolument celui de la maîtrise des productions ?

La performance des systèmes de culture irriguée doit être mesurée non seulement en terme de production, mais également par leur impact sur l'environnement. La dégradation progressive des sols, dont la forme plus grave est aussi la moins perceptible (alcalinisation, décrite par P. Boivin *et al*), ne risque-t-elle pas d'exercer un jour une pression insupportable sur ces systèmes encore fragiles ? Il est clair en tout cas qu'une gestion conservatoire des sols supposera une modification des pratiques d'irrigation de la part des exploitants à l'échelle de la parcelle, et de la part des groupements à l'échelle de l'aménagement, tandis que le suivi de la qualité des sols et des eaux -inexistant et pourtant indispensable- ne se fera qu'avec la ferme volonté de l'État et des bailleurs de fonds.

La performance des systèmes irrigués est fortement dépendante de l'organisation de la production. De quelle marge de manoeuvre disposent les producteurs pour décider du démarrage d'une campagne, par exemple, quand on sait dans quelles conditions inextricables les plongent les organismes de crédit ? Les effets des imperfections du système, depuis les conditions commerciales assurées par la filière, les conditions d'accès au crédit, les larges possibilités de malversations, les blocages organisationnels (au niveau des groupements et des fournisseurs), jusqu'à la faible prise en compte des impératifs techniques de la production, se combinent pour réduire la marge d'action et de prévention de l'exploitant.

La disponibilité du crédit est certainement l'un des points clés. Les initiatives de l'État dans le domaine du crédit nécessitent innovation et rigueur. On est

amené à souhaiter la mise en place par l'État de mécanismes de contrôle et de suivi, non seulement dans le secteur financier, comme le propose J.B. Wackerman, mais aussi dans celui de l'environnement, comme le proposent P. Boivin *et al*, sans oublier le foncier, où l'arbitrage de l'État est indispensable. Mais avant tout, la principale intervention de l'État demeure la fixation des prix des produits agricoles et, à travers le régime des taxes, ceux des intrants et des matériels.

□ □ □

Un autre aspect fondamental des systèmes irrigués de la moyenne vallée en ces années 1990 est la vigueur et l'ampleur des mutations en cours. Au travers des articles de cet ouvrage, on entrevoit l'évolution du contexte institutionnel et organisationnel, la modification rapide du contexte économique, les changements sociaux et techniques auxquels font face les individus et les groupements. Ces dynamiques font parfois figure de révolution sociale. Le milieu naturel évolue également sur un rythme soutenu : sécheresse, disparition des crues et du couvert arboré, et récemment, contrôle du fleuve par les barrages, modification des conditions d'accès à l'eau, évolution des sols. **Le développement de la culture irriguée ne se pose plus en terme d'intégration dans les systèmes de production anciens, mais en terme d'émergence de nouveaux systèmes.**

La complexité des systèmes irrigués, leur antinomie avec les systèmes de production traditionnels, leur intégration problématique dans l'écologie régionale, doivent être prises en compte par les promoteurs du développement. La SAED a longtemps eu une orientation très sectorielle, comme l'illustre Camara dans le domaine de la formation, et à laquelle on peut opposer le relatif succès des programmes FED, qui ont cherché à soutenir le développement régional dans son ensemble. De même, une action trop sectorielle et ne tenant pas compte des contraintes environnementales, caractérise la quasi-totalité des réflexions produites, depuis les études de mise en valeur jusqu'à la conception de chaque aménagement. On découvre aujourd'hui que l'arbre, la culture fourragère, l'animal, n'ont pas été intégrés aux systèmes irrigués qui eux-mêmes nécessitent, pour assurer leur avenir, de profondes modifications des systèmes de production. En même temps, on s'aperçoit que les solutions aux problèmes environnementaux passeront par une meilleure intégration des différentes activités agricoles.

La recherche ne peut pas prétendre proposer des solutions opérationnelles sans prendre à son tour la dimension pluridisciplinaire de son objet d'étude. Est-il besoin de rappeler à la fin de cet ouvrage, qu'il serait illusoire pour l'économiste, le malherbologue, l'agronome ou le pédologue, de proposer seul des innovations ou des modifications aux systèmes de production sans se

situer dans une approche globale et sans compter sur la marge de liberté dont disposent les différents acteurs ?

Il ressort globalement de ce panorama une vision pessimiste du futur, tant les écueils paraissent nombreux. On est en droit de se demander si, face à ces difficultés, les agriculteurs ne seront pas tentés de "jeter l'éponge". Il y a pourtant de bonnes raisons d'espérer. Les recherches agronomiques sur les cultures irriguées dans la vallée sont anciennes (J. Jamin ou C. Dancette et J.P. Gay). Elles promettent des résultats sans commune mesure avec ceux des cultures de mil traditionnelles, dont les superficies ne sont que faiblement extensibles et dépendent étroitement des aléas climatiques. Elles ne peuvent donc pas subvenir seules aux besoins alimentaires d'une population en fort accroissement (2,6 % par an entre 1976 et 1988, soit un doublement en quarante ans). La culture irriguée est donc devenue, avant même la création des barrages, la seule alternative, que l'on se place d'un point de vue régional ou national. Les enjeux actuels sont donc bien d'en assurer la maîtrise et la pérennité.

Des résultats prometteurs ne sont atteints aujourd'hui que dans les parcelles d'essai ou par une minorité de producteurs. Ce constat pose avec force le problème du transfert de l'innovation en milieu paysan. Pour accélérer ce transfert, il est sans doute nécessaire de changer les modalités et les priorités d'intervention de la recherche. Moins de recherche en station, plus de recherche en milieu réel, en concertation avec les organisations paysannes et les services de vulgarisation, sur une base pluridisciplinaire : telles sont peut-être les voies.

□ □ □

Les éditeurs scientifiques



# Glossaire

□ □ □

- aïwu** ..... variété de riz
- bambaaDo (pl. wambaaBe)** ..... membre de la caste des griots musiciens.
- bana-bana** ..... vendeur à la sauvette
- barbatelles** ..... plant élevé en pépinière puis replanté avec son système racinaire
- baylo (pl. wayilBe)** ..... membre de la caste des forgerons
- béréf** ..... wolof, *Citrullus vulgaris* Schrad.
- beydan** ..... maure blanc
- bisaab** ..... wolof, oseille de Guinée, *Hibiscus sabdariffa* (L)
- caangol (pl. caali)** ..... ruisseau, marigot, rivière
- camtarle** ..... pulaar, *Borreria verticillata*
- carthame** ..... plante oléagineuse, *Carthamus*
- ceDDo (pl. seBBBe)** ..... membre de la caste des guerriers
- ceeDu** ..... saison sèche chaude (mars-juin)
- cubballo (pl. suBalBe)** ..... membre de la caste des pêcheurs
- dabbunde** ..... saison sèche froide (novembre-février)
- dawol** ..... travail collectif
- dawol fedde** ..... travail collectif effectué par une classe d'âge
- dawol njoBdi** ..... travail collectif payé
- Dekolenaabe** ..... clan peul
- demminaare** ..... saison intermédiaire, précédant l'hivernage (juin-juillet)
- dimu (pl. rimBe)** ..... homme libre, d'origine noble.
- duumal gerte** ..... navétanat, ou migration d'hivernage vers le bassin arachidier pour y cultiver l'arachide (*gerte*)
- falo (pl. pale)** ..... champ de berge

<b>fedde</b> .....	classe d'âge, par extension, partisans
<b>foonde (pl. poode)</b> .....	sol de bourrelet de berge ou de levée, rarement inondée
<b>foonde waka</b> .....	foonde pauvre, soit ferrugineux, soit trop sableux
<b>fooyre (pl. pooye)</b> .....	foyer, cuisine; première unité économique au dessus de l'individu. peut être plus grand que le ménage ( <i>suudu</i> )
<b>fuutanke (pl. fuutankooBe)</b> .....	habitant du Fouta
<b>galle (pl. galleji)</b> .....	enclos familial, par extension, famille regroupant plusieurs foyers, segment de lignage
<b>gallunke (pl. gallunkooBe)</b> .....	esclave affranchi
<b>gammu</b> .....	fête anniversaire de la nativité du Prophète.
<b>gawlo (pl. awluBe)</b> .....	membre de la caste des griots, généalogistes
<b>gilgai</b> .....	relief bosselé, caractéristique des vertisols
<b>gombo</b> .....	Angola, <i>Hibiscus esculentus</i> L.
<b>gonakié</b> .....	wolof, <i>Acacia nilotica</i> var. <i>tomentosa</i> (Benth.) A.F. Hill
<b>gubbal</b> .....	foin, herbe sèche
<b>haalpulaar (pl. haalpulaaren)</b> .....	textuellement : "celui qui parle pulaar"; terme englobant les Toucouleur et les Peul
<b>haratin</b> .....	maure noir, serviteur affranchi
<b>hollalde (pl. kollaDe)</b> .....	sol argileux de cuvette, généralement vertisol, inondé par les crues
<b>hollalde balere</b> .....	hollalde noir, généralement plus inondé que les autres hollalde
<b>I Kong Pao</b> .....	variété de riz
<b>jaawando (pl. jaawamBe)</b> .....	membre de la caste des courtisans; souvent conseiller, intermédiaire.
<b>JaawBe</b> .....	clan peul
<b>jaaxatu</b> .....	wolof, aubergine du diable, tomate amère, <i>Solanum aethiopicum</i>
<b>jaya</b> .....	variété de riz
<b>jeejengol</b> .....	zone faisant transition entre le waalo et le jeeri
<b>jeeri</b> .....	terres de la vallée jamais inondées par la crue; haut pays bordant la vallée



<b>jeyaaDo (pl. jeyaaBe)</b> .....	personne “possédée” par un maître; caste des anciens serviteurs
<b>joom fooyre</b> .....	chef de ménage
<b>joom galle</b> .....	chef de famille, de concession
<b>joom leydi</b> .....	chef d’un territoire, maître de la terre
<b>joom ngesa</b> .....	propriétaire, gestionnaire d’un champ
<b>joo wre</b> .....	propriété indivise; patrimoine foncier possédé ou exploité en commun
<b>kolengal (pl. kolaaDe)</b> .....	cuvette de décrue, bas-fonds cultivable
<b>labbo (pl. lawBe)</b> .....	membre de la caste des boisseliers.
<b>leeñol</b> .....	lignage, famille, clan
<b>leydi</b> .....	terre, pays, territoire politique
<b>luBal</b> .....	prêt
<b>maabo (pl. maabuBe)</b> .....	membre de la caste des tisserands
<b>maccudo (pl. maccuBe)</b> .....	ancien esclave
<b>magal</b> .....	fête religieuse mouride, célébrée chaque année en mémoire du retour d’exil du fondateur de la confrérie, Amadou Bamba
<b>mawdo (pl. mawBe)</b> .....	ancien, aîné
<b>mbaalwaalBe</b> .....	peuls du waalo
<b>mbolto (pl. mboltooji)</b> .....	terrain situé dans la partie basse d’une rive
<b>navétane</b> .....	(de <i>navet</i> : hivernage en wolof) migrant saisonnier vers le bassin arachidier.
<b>nawle</b> .....	mot wolof, équivalant à <i>poso</i> en pulaar
<b>ñayangal</b> .....	vaine pâture sur les champs du waalo
<b>ndungu</b> .....	saison de pluies, hivernage
<b>ñeenyo (pl. ñyeenBe)</b> .....	personne appartenant à la case des artisans et des griots
<b>ngenndar, ngenndarnaaBe</b> .....	clan peul
<b>niayes</b> .....	dépressions marécageuses interdunaires, situées derrière le cordon littoral et généralement mises en valeur par le maraîchage
<b>niébé</b> .....	mot wolof, haricot, <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp
<b>njuuwanaaBe</b> .....	clan peul
<b>poso</b> .....	personne de même rang social

<b>rakkal</b> .....	aliment du bétail, tourteau d'arachide
<b>rem-peccen</b> .....	forme de métayage
<b>sakko (pl sakkeebe)</b> .....	membre de la caste des cordonniers, peaussiers
<b>séné</b> .....	drogue laxative, <i>Cassia italica</i>
<b>soninké</b> .....	sarakollé, habitant du haut fleuve.
<b>soowonaaBe-botol</b> .....	clan peul
<b>sorgho</b> .....	gros mil, <i>Sorghum</i>
<b>surga</b> .....	personne placée sous l'autorité de quelqu'un; travailleur dépendant.
<b>suuna</b> .....	wolof, petit mil hâtif, <i>Pennisetum gambiense</i> .
<b>taasarnaaBe</b> .....	clan peul
<b>taischung native</b> .....	variété de riz
<b>talibé</b> .....	étudiant coranique, disciple d'un marabout
<b>tefenke</b> .....	commerçant de petit bétail
<b>tooroodo (pl. tooroodBe)</b> .....	membre de la caste maraboutique
<b>toucouleur</b> .....	ancien nom des Haalpulaaren
<b>uururBe</b> .....	clan peul
<b>waalo</b> .....	lit majeur du fleuve; terres inondables cultivées en saison sèche
<b>waka</b> .....	terrain pauvre, soit ferrugineux, soit trop sableux
<b>walalnaaBe</b> .....	clan peul
<b>wodaaBe</b> .....	clan peul
<b>yab</b> .....	mot wolof, équivalant à <i>yawande</i> en pulaar.
<b>yawande</b> .....	dédain, mépris

□ □ □

## Liste des sigles et abréviations employés

□ □ □

<b>ADRAO</b>	.....	Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest
<b>AFES</b>	.....	Association Française pour l'Etude des Sols
<b>AFVP</b>	.....	Association Française des Volontaires du Progrès
<b>AGCD</b>	.....	Administration Générale de la Coopération au Développement (Belgique)
<b>ASC</b>	.....	Association Sportive et Culturelle
<b>ATOMBS</b>	.....	Appui Technique aux Opérations Mutualistes Bancaires du Sénégal
<b>AUPELF-UREF</b>	.....	Association des Universités Partiellement ou Entièrement de Langue Française-
<b>AVD</b>	.....	Association Villageoise de Développement
<b>BAD</b>	.....	Banque Africaine de Développement
<b>BCEAO</b>	.....	Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest
<b>BDPA</b>	.....	Bureau pour le Développement de la Production Agricole (BDPA-SCETAGRI, Paris)
<b>BIRD</b>	.....	Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement
<b>CCCE</b>	.....	Caisse Centrale de Coopération Economique
<b>CDH</b>	.....	Centre de Développement Horticole
<b>CEA/MDR</b>	.....	Cellule d'Evaluation agricole / Ministère du Développement Rural
<b>CEC</b>	.....	Cellule d'Evaluation Continue
<b>CFD</b>	.....	Caisse Française de Développement (ex CCCE)
<b>CILSS</b>	.....	Comité permanent Interétat de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
<b>CIRAD</b>	.....	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Paris)

<b>CIRAD-CA</b>	Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement - Cultures Annuelles
<b>CIRAD-SAR</b>	Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement - Systèmes Agro alimentaires et Ruraux
<b>CNAPTI</b>	Centre National d'Apprentissage Pratique aux Techniques de l'Irrigation (Ndiaye, SAED)
<b>CNCAS</b>	Caisse Nationale de Crédit Agricole du Sénégal
<b>CNEARC</b>	Centre National d'Etudes Agronomiques des Régions Chaudes
<b>CNRA</b>	Centre National de Recherches Agronomiques
<b>CORAF</b>	Conférence des Responsables de Recherche Agronomique Africains
<b>CPSP</b>	Caisse de Péréquation et de Stabilisation des Prix
<b>CRA</b>	Centre de Recherche Agronomique
<b>CRDI</b>	Centre de Recherche pour le Développement International
<b>CSC</b>	Contre Saison Chaude
<b>CSF</b>	Contre Saison Froide
<b>CSS</b>	Compagnie Sucrière Sénégalaise (Richard-Toll)
<b>CTA</b>	Centre Technique de coopération Agricole et rurale
<b>CTFT</b>	Centre Technique Forestier Tropical (CIRAD-Forêt, Nogent sur Marne)
<b>CUMA</b>	Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole
<b>CVAG</b>	Caisses Villageoises Autogérées
<b>DRPF</b>	Direction des Recherches sur les Productions Forestières
<b>DSA</b>	Direction des Services Agricoles
<b>ENCR</b>	Ecole Nationale des Cadres Ruraux
<b>ENDA</b>	Environnement et Développement du Tiers Monde, Dakar
<b>ENSA</b>	Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie
<b>ESAT</b>	Ecole Supérieure d'Agronomie Tropicale
<b>ESR</b>	Economie et Sociologie Rurales
<b>FAO</b>	Food and Agricultural Organization
<b>FCCAA</b>	Fonds Commun de Contrepartie à l'Aide Alimentaire
<b>FCFA</b>	Franc, Communauté Financière Africaine
<b>FED</b>	Fonds Européen de Développement

<b>FED-AHA</b> .....	Fonds Européen de Développement - Aménagements Hydro-Agricoles
<b>FED-PME</b> .....	Fonds Européen de Développement - Petites et Moyennes Entreprises.
<b>FIDA</b> .....	Fonds International pour le Développement Africain
<b>FMI</b> .....	Fonds Monétaire International
<b>GIE</b> .....	Groupement d'Intérêt Économique
<b>GMP</b> .....	Groupe Moto-Pompe
<b>GP</b> .....	Groupement de Producteur
<b>GRDR</b> .....	Groupe de Recherche sur le Développement Rural (CNRS, Marseille)
<b>GRET</b> .....	Groupe de Recherches et d'Échanges Technologiques
<b>GUMA</b> .....	Groupement d'Utilisation de Matériel Agricole
<b>HCR</b> .....	Haut Commissariat aux Réfugiés
<b>HIV</b> .....	Hivernage
<b>IDA</b> .....	Institute for Development Anthropology (univ. Binghamton, USA)
<b>IEDES</b> .....	Institut des Etudes Démographiques et Sociales
<b>IEMVT</b> .....	Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux
<b>IEPD</b> .....	Institut d'Études Pour le Développement (univ. de Louvain, Belgique)
<b>IGN</b> .....	Institut Géographique National, Paris
<b>INED</b> .....	Institut National d'Études Démographiques
<b>INRA</b> .....	Institut National de Recherche Agronomique
<b>INRA-SAD</b> .....	Institut National de Recherche Agronomique, département Systèmes Agraires et Développement (Paris)
<b>INSEE</b> .....	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
<b>IRAT</b> .....	Institut de Recherches Agronomiques Tropicales
<b>IRRI</b> .....	International Rice Research Institute
<b>ISRA</b> .....	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (Dakar)
<b>ISRA-CDH</b> .....	Institut Sénégalais de Recherches Agricoles - Centre de Développement Horticole
<b>ISTOM</b> .....	Institut des Sciences et Techniques d'Outre Mer
<b>KFW</b> .....	Kredit Für Wiederaufbaum

<b>KIT</b>	Institut royal des tropiques (Amsterdam)
<b>LNERV</b>	Laboratoire National d'Etudes et de Recherches Vétérinaires
<b>MAS</b>	Mission d'Aménagement du fleuve Sénégal (Saint-Louis)
<b>MDR</b>	Ministère du Développement Rural
<b>MDRH</b>	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique
<b>MISOES</b>	Mission Socio-Economique du fleuve Sénégal
<b>NPA</b>	Nouvelle Politique Agricole
<b>OAD</b>	Organisation Autonome du Delta
<b>OAV</b>	Organisation Autonome de la Vallée
<b>OCDE</b>	Organisation de Coopération et de Développement Economique
<b>OCLALAV</b>	Organisation Commune de Lutte Anti-acridienne et Anti-aviaire
<b>OERS</b>	Organisation des Etats Riverains du fleuve Sénégal
<b>OFADEC</b>	Office Africain de Développement en Coopération
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>OMVS</b>	Organisation de Mise en Valeur du fleuve Sénégal
<b>ONG</b>	Organisation Non Gouvernementale
<b>OP</b>	Organisation Paysanne
<b>OPF</b>	Organisation Paysanne Fédérative.
<b>ORSTOM</b>	Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération
<b>PAM</b>	Programme Alimentaire Mondial
<b>PDRG</b>	Plan de Développement de la Rive Gauche
<b>PIP</b>	Projet Intégré de Podor
<b>PIV</b>	Périmètres Irrigués Villageois
<b>PNUD</b>	Programme des Nations Unies pour le Développement
<b>PPPR</b>	Projet des Petits Projets Ruraux
<b>SAED</b>	Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé (St-Louis)
<b>SAED-URIC</b>	Département de la SAED qui s'occupe des règlements et de la Comptabilité

<b>SCET-AGRI</b> .....	Société Centrale pour l'Equipement du Territoire, division AGRIculture
<b>SDRS</b> .....	Société pour le Développement de la Riziculture au Sénégal (Richard-Toll)
<b>SEDAGRI</b> .....	Société d'Etudes pour le Développement Agricole, (Paris)
<b>SEDES</b> .....	Société d'Etudes pour le Développement Economique et Social
<b>SENCHEM</b> .....	Société des industries chimiques du Sénégal
<b>SNTI</b> .....	Société Nationale de Tomate Industrielle
<b>SOCAS</b> .....	Société de Conserveries Alimentaires du Sénégal
<b>SOGREAH</b> .....	Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques
<b>SUMA</b> .....	Section d'Utilisation du Matériel Agricole
<b>TOFE</b> .....	Tableau des Opérations Financières de l'Etat
<b>UCAD</b> .....	Université Cheikh Anta Diop (Dakar)
<b>UGEN</b> .....	Union des Groupements Economiques du Nord
<b>UJAK</b> .....	Union des Jeunes Agriculteurs de Koyli Wirnde.
<b>UNESCO</b> .....	United Nations Educational Scientific and Cultural Organiza- tion
<b>UREF</b> .....	Université des Réseaux d'Expression Française

□ □ □

Achévé d'imprimer  
CIDOP DAKAR  
2, rue Vincens x Faïdherbe - BP 2094  
Dépôt légal : décembre 1995



Diffusion  
32, avenue Henri Varagnat  
F-93143 Bondy Cedex  
Centre Orstom  
route des Pères Maristes,  
Dakar - Hann BP 1386  
ISSN : 0767-2896  
ISBN : 2-7099-1272-4

*Photos de couverture :*  
*Au centre, périmètre irrigué villageois*  
*de l'île à Morphil : bassin de dissipation*  
*à la sortie d'un groupe moto-pompe ;*  
*Au fond, moissonneuse et charrette.*

*Clichés : Jean-Luc Maeght*

