

**Institut d'Economie Rurale
CRRA de Niono
Programme Riz Irrigué
Pôle Système Irrigué**

**Office du Niger
Zone de Niono
URDOC**

**Les déterminants de la limitation des rendements
dans la zone de l'Office du Niger du Macina**

Synthèse bibliographique

Version définitive

Giuseppina D'Urso
Boureima Traoré

Mai 1998

ABREVIATIONS

| | |
|--------|--|
| AADR | Association d'Aide au Développement Rural |
| ARPON | Amélioration de la Riziculture Paysanne dans l'Office du Niger |
| AV/TV | Association villageoise/ Ton Villageois |
| BEAU | Projet « Besoins en Eau au niveau d'arroseur » |
| BNDA | Banque Nationale de Développement Agricole |
| CFA | Centre de Formation Agricole |
| CIDR | Centre International de Développement Rural |
| CPGTZ | Comité Paritaire de Gestion des Terres de Zone |
| CRRA | Centre Régionale de Recherche Agronomique |
| DADR | Direction des Aménagements et du Développement Rural |
| DAP | Diammonium phosphate |
| DGCI | Direction Générale de la Coopération Internationale - Pays Bas |
| FDV | Fonds de Développement Villageois |
| FED | Fonds Européen de Développement |
| GEAU | Projet « Gestion d'Eau au niveau du partiteur » |
| GFA | Société de Projets Agricoles – Bureau d'études allemand |
| GIE | Groupe d'Intérêt Economique |
| Ha | hectare |
| IER | Institut d'Economie Rurale |
| IOV | Service de la DGCI de l'Examen des Opérations |
| ON | Office du Niger |
| OP | Organisation Paysanne |
| ORS | Opération Riz Ségou |
| PCPS | Projet Centre de Prestations de Services |
| PNT | Phosphate Naturel du Tilemsi |
| PRI | Programme Riz Irrigué |
| PSI | Pôle Système Irrigué |
| RD | Recherche/Développement |
| RETAIL | Projet de réaménagement français |
| SAU | Superficie Agricole Utile |
| SCR | Service Conseil Rural |
| SGE | Service Gestion de l'Eau |
| SSP | Phosphate Super Simple |
| TH | Travailleur Homme |
| TSP | Phosphate Super Triple |
| URDOC | Unité de Recherche et Développement/Observatoire du Changement |

Introduction

Le présent rapport concerne les études réalisées, par les différentes structures de recherche et de développement (O.N., ARPON, FED, IER-PRI, etc.), dans la zone de l'Office du Niger du Macina afin de déterminer les facteurs limitants de la production rizicole.

A la différence des autres zones de l'Office du Niger, les rendements de riz dans la zone du Macina plafonnent autour de 3 t/ha en zones réhabilitées comme en zones non réhabilitées. Les réaménagements ne sont pas accompagnés des gains de rendements que l'on peut observer dans d'autres zones de l'Office du Niger.

Or depuis plus d'une décennie, différents intervenants ont essayé de déterminer les causes de la faible production dans cette zone. De nombreuses études ont été faites avec des approches différentes qui témoignent de la complexité des déterminants.

Plusieurs paramètres devraient certainement intervenir comme la nature des sols, le niveau d'organisation des producteurs, les facteurs socio-économiques, les techniques culturales, l'accès au crédit, la maîtrise de l'eau dans les rizières, la politique de l'Office etc.

Un bilan des actions de recherche réalisées a été commissionné par la Direction de l'Office du Niger au Programme Riz Irrigué du CRRA de Niono. Un travail de synthèse bibliographique est donc proposé comme point de départ pour aboutir à la définition d'axes de recherche pour l'IER et d'actions d'appui pour l'Office du Niger. Cette synthèse a été réalisée en collaboration avec le projet URDOC.

L'objectif de l'étude est de « **effectuer une synthèse bibliographique sur les déterminants de la limitation des rendements dans la zone de Macina** ».

La mission a été chargée de recueillir l'ensemble des documents sur ce sujet, d'analyser les résultats disponibles et d'en faire une synthèse par grands types de déterminants : maîtrise hydrique/gestion de l'eau, facteurs socio-économiques, agro-pédologie, techniques culturales, organisation des producteurs, accès au crédit, etc.

La méthodologie adoptée prévoit, pour chaque type de déterminant, l'identification des opérations de recherche et d'études au niveau des différents intervenants dans la zone du Macina. Ensuite, une analyse « critique » des documents disponibles a été effectuée, selon le procédé indiqué dans les TdR (en annexe), pour réaliser une synthèse des résultats obtenus et l'évaluation des modalités de leur valorisation.

La mission a rencontré quelques difficultés pour la recherche des documents auprès des projets et des institutions, notamment au niveau de l'Office du Niger à Ségou et de la Zone de Macina à Kolongotomo. De plus, les études spécifiques menées sur le Macina sont rares et il s'agit souvent d'un travail de triage des documents qui traitent de l'ensemble de l'Office du Niger (rapports de mission, d'évaluation, de recherche).

A partir de ces études, on a dégagé des pistes de travail pour la recherche et le développement en précisant les actions d'appui qui pourraient être initiées.

Historique des aménagements

En 1932, l'Office du Niger fut créé pour assurer l'implantation du projet d'aménagement du Delta Central Nigérien. L'objectif du programme était tout d'abord la production cotonnière, envisageant la mise en culture de 510000 ha en coton et 450000 ha en riz par 300000 colons et leurs familles.

Les équipements réalisés dans la zone du Macina, entre 1935 et 1960, concernent les casiers de Niario (6 villages), de Bokoy Wèrè (10 villages) et de Kokry (27 villages) qui occupent une superficie totale brute de 16100 ha. Les travaux d'aménagement hydro-agricole menés par l'O.N. ont débuté en 1933 dans la zone (secteur de Kokry) et se sont poursuivis jusqu'en 1960 pour arriver à une superficie aménagée de 15000 ha (superficie nette : 13650 ha).

Evolution des aménagements par période de cinq ans (ha)

| Période | 1930-35 | 1935-40 | 1940-45 | 1945-50 | 1950-55 | 1955-60 | 1960 |
|--------------------------|------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Superficies aménagées | 457 | 5228 | 5445 | 101 | 1259 | 1914 | 596 |
| Totaux | 457 | 5685 | 11130 | 11231 | 12490 | 14404 | 15000 |

Source : O.N.- Zone du Macina

Les colons ont été recrutés des environs immédiats de l'O.N., du sud-est du Mali et du plateau mossi en Haute Volta. Des moyens plus ou moins coercitifs ayant été employés au recrutement des premiers colons, des départs importants furent enregistrés pendant quelques années à partir de 1946. Après l'indépendance (1960-61) près de 2000 colons mossi choisissent de rentrer en Haute Volta. De 1968 1978 le secteur a souffert du départ massif des exploitants vers les secteurs de Niono, de Molodo, et surtout du Kouroumari où la production était meilleure.

La conception de base était axée sur une riziculture extensive et les équipements ont fonctionné tant que les opérations d'entretien ont été assurées. Des problèmes de drainage ont toutefois été signalés au niveau du système de drainage principal ; en 1955, le drain de bretelle a été construit. Sur les aménagements postérieurs à 1950, la qualité est meilleure mais reste encore insuffisante : dès le début le planage n'était pas exécuté dans le Macina.

Après 50 ans de monoculture et de submersion prolongée, les sols de la zone connaissent une forte dégradation, variable d'un terroir à l'autre. Le mauvais état du système hydraulique, du fait de l'absence d'entretien et d'une gestion de l'eau aléatoire, couplé au défaut de planage et de compartimentage a entraîné l'abandon des terres cultivées : en 1981-82 seulement un tiers de la superficie était cultivée.

Les éléments du réseau hydraulique du Macina (distributeurs, partiteurs, arroseurs) ont été aménagés d'une façon très sommaire et à part le curage du distributeur de Kokry en 1970 et des travaux de labour profond en 1974, il n'y a pas eu des interventions de grande envergure.

La négligence de l'entretien du réseau tertiaire avait créé un environnement peu favorable à la riziculture : d'une part, difficultés de mise en eau des casiers et d'autre part, inondation permanente des casiers par manque d'un drainage adéquat.

C'est au cours des années 70 que le gouvernement du Mali a sollicité un appui des bailleurs de fonds pour soutenir la réhabilitation de l'Office du Niger.

Les réaménagements et la mise en valeur dans la zone du Macina ont été faits par le projet ARPON (secteur de Kokry) et le projet FED (périmètre de Boky-Wéré).

Les Pays Bas ont commencé leurs interventions dans la zone de l'O.N. en 1979 avec le financement d'un projet d'étude sur les besoins en eau (BEAU). Un projet d'étude sur la gestion de l'eau (GEAU) et la mise en place d'un Centre de Formation Agricole (CFA) à l'O.N. suivirent. Ces activités sont considérées préparatoires du programme ARPON (Amélioration de la Riziculture à l'Office du Niger), créé en 1983, qui prévoyait le réaménagement du réseau hydraulique, l'installation de nouveaux paysans, la réorganisation des anciens et d'autres mesures visant à l'amélioration de la situation alimentaire et des revenus des paysans dans la zone de l'O.N. à travers l'augmentation de la production et de la productivité rizicoles.

Les réaménagements ARPON, limités aux secteurs de Kokry et de Niono et exécutés en régie par le Centre de Travaux de l'O.N., consistaient en une réhabilitation des réseaux secondaires et tertiaires d'irrigation et de drainage. Les conditions posées par le projet, à savoir le planage et le compartimentage des parcelles par les paysans eux-mêmes n'étaient pas remplies ; de toute façon, le planage dépassaient largement les capacités des paysans. Pour cela, l'opération a été incluse dans les travaux de réaménagement à partir de 1986 ; en même temps, la mauvaise qualité des premiers réaménagements a mené à des reprises. Le compartimentage a été inclus en 1990 et les systèmes régulateurs de modules à masque ont été installés par suite des normes harmonisées en 1991.

Les superficies réaménagées et reprises par ARPON, entre 1983 et 1991, dans le secteur de Kokry sont au total de 5651 ha et de 5820 ha dans la zone de Niono.

L'aménagement hydro-agricole exécuté par le projet FED, entre 1991 et 1994, avait pour objectif l'augmentation de la production rizicole par la mise en eau adéquate et ponctuelle de la zone du Macina et par l'amélioration du milieu productif.

Le projet FED a opté pour un réaménagement complet, exécuté à l'entreprise : réhabilitation du réseau hydraulique du Macina (canal adducteur, canaux distributeurs, drain principal), réaménagement du périmètre de Boky-Wéré (réseau d'irrigation et de drainage avec pistes en latérite, planage rigoureux des parcelles à +/- 5cm et compartimentage), régularisation du plan d'eau (système module à masque), système de mise en valeur axé sur l'intensification de la riziculture.

La partie du périmètre de Boky-Wéré, réhabilitée par le FED, est desservie par les partiteurs BW3-BW4-BW5-BW6 ; elle compte six villages, à savoir Rimassa, Tougan-Coura, Namsiguio, Rassogoma, Kononga, Oula et le village de Kouna est situé en bordure du casier. La superficie réaménagée par le projet FED est de 2133 ha, sur une SAU de 2553 ha.

Malgré un réaménagement sophistiqué du type Retail, la productivité dans le périmètre de Boky-Wéré est relativement faible par rapport au projet RETAIL de Niono pendant les premières années après le réaménagement.

Comparaison des rendements de riz dans les périmètres FED et RETAIL (t/ha)

| Campagne | 1993/94 | 1994/95 | 1995/96 |
|------------------|---------|---------|---------|
| Périmètre FED | 5,3 | 4,0 | 6,4 |
| Périmètre RETAIL | 7,3 | 6,5 | 6,8 |

Source : DADR-O.N.

L'écart observé s'explique par deux raisons principales :

- l'intensité de la diffusion des innovations : les exploitants du projet RETAIL ont bénéficié du travail intense de R/D à Niono et d'un encadrement rapproché pendant dix ans ;
- la pratique de la double culture : le taux d'utilisation des superficies est plus élevé au projet RETAIL (20%) qu'à Macina où la double culture a été pratiquée sur environ 8% de la superficie du périmètre pendant les deux premières campagnes après le réaménagement (1992/93 – 1993/94) ; elle n'a pas été pratiquée en 1994/95 à cause du programme d'entretien du Fala.

Dans le cadre du projet ARPON, les résultats analysés par secteur -Kokry et Niono- suivant le critère du rendement, se différencient de la même façon pendant les premières campagnes après le réaménagement.

Dans ce cas, outre les problèmes d'ordre technique et socio-économique spécifiques de la zone du Macina, d'autres facteurs étaient en cause : d'abord, l'objectif du projet consistait à améliorer la riziculture paysanne dans des zones abandonnées ; l'objectif n'étant pas l'intensification, le planage n'a pas été réalisé ; les casiers réaménagés par ARPON sont situés en aval du distributeur de Kokry et étaient mal desservis en eau.

Conclusions

- * La zone du Macina est la première des zones aménagées à l'Office du Niger.
- * L'objectif initial n'étant pas la riziculture intensive, le planage n'était pas réalisé.
- * La zone a enregistré de nombreux départs de colons de 1946 jusqu'à nos jours.
- * Après 50 ans de riziculture irriguée, les sols de la zone connaissent une forte dégradation avec un système hydraulique en mauvais état.
- * Les réhabilitations et la mise en valeur dans le Macina ont été réalisées par le projet ARPON dans le secteur de Kodry (5651 ha réaménagés) et par le projet FED dans le périmètre de Boky-Wéré (2133 ha réaménagés).

Fertilité des sols

Les périmètres rizicoles sont en général installés dans les plaines alluviales, dont la fertilité est basse à cause de l'origine du matériel alluvial.

Dans les systèmes irrigués, l'impact de la monoculture sur l'évolution de la fertilité des sols dépend du mode de gestion des cultures.

La fertilité des sols est donc la réponse de plusieurs facteurs qui agissent en synergie pour permettre la production et assurer une productivité durable. Il s'agit du sol et des composantes des systèmes de cultures (1).

Les sols du Macina

Dans la zone du Macina (delta vif), les sols qui proviennent des alluvions fluviales récentes ont très peu évolué à cause de l'aridité du climat.

La cartographie des sols, effectuée entre 1939 et 1961, est accompagnée d'une légende vernaculaire. En 1951 Dabin écrit que la classification vernaculaire est basée sur l'aspect superficiel du sol et elle tient compte beaucoup plus des propriétés structurales, de la couleur et du microrelief des sols, que de leur composition granulométrique réelle. A l'intérieur d'un même type de sol on peut noter de nombreuses variations de détail dans la texture de l'horizon supérieur, l'épaisseur des horizons, l'évolution des formations ferrugineuses (2).

Les noms vernaculaires adoptés ressortent de la langue bambara:

- * *Seno et Seno fing* (foncé): sols sableux, pauvres, en position haute, d'origine généralement dunaire.
- * *Danga*: sols beiges sablo-limono-argileux, séparés en
- * *Danga* n°1 (plus sableux, de fertilité médiocre, pH 6,2 à 6,8) et *Danga* n°2 (plus limoneux, plus fertiles, plus acides avec pH 5,8 à 6,3).
- * *Danga fing*: sols ressemblant au type *danga* n°2, mais plus foncé (brun foncé en surface) et plus riche en limons et en matière organique.
- * *Danga blé*: sols ocres rougeâtres, limono-sableux à limono-argileux, légèrement à fortement acide: n°1 (les plus sableux, pH 5,0 à 5,5), n°2 (intermédiaires entre 1 et 3), n°3 (les plus argileux et les plus acides avec pH 4,5 à 5,0). Généralement friables mais peu structurés en surface, souvent recouverts d'une pellicule mono-élémentaire de nodules ferrugineux, lorsqu'ils ont été soumis à une troncature par érosion éolienne.
- * *Dian*: sols bruns, argileux ou limono-argileux, très compacts, pH 6 à 7, séparés en *Dian*, *Dian péré* (péré=fentes), très argileux et fortement crevassés, et *Dian moursi* (intermédiaires entre *Dian* et *Moursi*).
- * *Moursi*: sols noirs, très argileux, à structure grumuleuse finement divisés sur quelques centimètres puis largement fissurés, chimiquement assez riches, neutres à basiques (nodules calcaires), en cuvettes. Ces sols ressemblent à des vertisols topomorphes non grumusoliques.

- * *Boi et Boi fing*: sols gris ardoisés, limoneux à limono-argileux compacts, riches en matière organique, acides avec pH 4,5 à 5,5; sols recouverts d'eau une partie de l'année, situés dans les dépressions (3).

En utilisant les cartes pédologiques vernaculaires, le projet BEAU (1979-81) a établi la répartition des différents types de sols par zone.

La répartition des superficies (en %) par type de sol dans les cinq zones de l'O.N.

| Zones | Superficie Aménagée (ha) | Répartition des superficies par type de sol (%) | | | | | | | |
|------------|--------------------------------|---|-----------|---------------|--------------|-----------|---------------------------|-----------|----------------|
| | | Seno Seno fing | Danga | Danga fing | Danga blé | Dian | Dian péré D. moursi | Moursi | BoiBoi fing |
| Macina | 14 352 | 5 | 16 | 41 | 12 | 16 | 2 | 6 | 2 |
| Niono | 10 375 | 12 | 24 | 15 | 5 | 25 | 2 | 15 | 2 |
| Molodo | 7 205 | 7 | 69 | 0 | 0 | 13 | 0 | 10 | 1 |
| N'Debougou | 10 619 | 3 | 7 | 16 | 7 | 39 | 1 | 24 | 2 |
| Kouroumari | 11 096 | 3 | 12 | 14 | 28 | 23 | 14 | 5 | 1 |
| | 53 647 | 6 | 17 | 27 | 11 | 25 | 1 | 10 | 1 |

Le tableau montre que presque 70% des sols de la zone du Macina sont du type *Danga*, c'est-à-dire des sols sablo-limoneux à limono-argileux.

Les *danga* sont des sols compacts, encore riches en sable grossier, où la teneur en éléments dispersés augmente avec la teneur en argile; c'est cette dispersion qui rend ces sols très durs en saison sèche et battants en saison des pluies ou sous irrigation. Leur perméabilité reste moyenne dans les types sableux et moyen, mais devient très faible dans les types argileux. Les sols *danga fing* ont des propriétés sensiblement analogues aux *danga*, ils sont moins compacts en surface. Le sol *danga blé* qui n'est autre que la partie inférieure d'un sol *danga* amené en surface par l'érosion, se caractérise par un coefficient de dispersion très faible, sa perméabilité moyenne est relativement élevée et reste très faible en saison sèche; la stabilité de la structure est due à sa teneur plus élevée en argile et en fer libre.

Les sols à mauvaise structure, tels que les *danga*, ont dans l'horizon supérieur une teneur en argile faible et un rapport Na/Ca élevé (2).

La cause principale de ce phénomène est la perméabilité réduite de ces sols à raison des horizons argileux, peu perméables à faible profondeur (50 à 100 cm). La présence de cet horizon correspond à une nappe phréatique superficielle et pose des restrictions sérieuses pour une diversification des cultures à cause de la limitation de la profondeur d'enracinement. En outre, la présence de ces horizons imperméables ne facilitera pas le lessivage obligatoire pour éviter l'alcalinisation et la sodisation (3).

Selon Kamissoko (1991) dans la zone de Kokry le *dian* représente le type de sol que l'on rencontre le plus (6). Dans ce sol, la teneur en sable grossier est très faible et celle en argile élevée; d'autre part le coefficient de dispersion est également élevé. Ce sol est très dur en saison sèche et battant en saison des pluies ou sous irrigation. L'assèchement par évaporation provoque l'apparition de fentes de retrait qui permettent dans une certaine mesure l'aération du sol en profondeur, ainsi que la pénétration des racines et de l'eau. En raison de leur teneur en argile, qui accroît la cohésion des agglomérats, ces terres résistent mieux que les *danga* à l'action néfaste de la pluie ou de l'irrigation (2).

N'Diaye, Guindo et Dicko (1997) donnent une description des principaux types de sol de l'O.N. sur la base des unités cartographiées par Keita et al. (1991). Il ressort que les sols dans le delta ont une forte variabilité à l'intérieur de la même unité; pour l'ensemble des sols de l'O.N. la teneur en matière organique est très faible et sont aussi pauvres en azote; il y a une tendance à la salinisation et à l'alcalinisation (1).

L'étude sur l'évolution des sols de Toujan (1980) menée sur 17 profils (6 à Kokry et 11 aux alentours de Niono) a conclu que les teneurs en matière organique sont bas (0,7%) dans quatre profils, tous à Kokry, et très bas (< 0,5%) dans les autres. Le rapport C/N se situe autour de 10 dans tous les sols, indiquant une matière organique de bonne qualité à forte minéralisation. En corrélation avec le taux bas en matière organique, les sols sont tous très pauvres en azote. Les quatre profils les plus humeux de Kokry, situés dans le delta vif, sont aussi les plus riches en phosphore total et également les plus acides. Cette forte acidité est étonnant, parce que ce sont les sols les plus jeunes de la zone. Les sols de Kokry ont aussi une meilleure porosité que les sols du Kala (delta mort): médiocre (40 à 45%) à Kokry et très mauvaise (< de 35%) dans les onze sols du Kala.

Toujan a trouvé que les sols de Kokry sont bien pourvus en phosphore total, mais à l'analyse en phosphore assimilable ils sont au dessous du seuil de réponse à l'engrais phosphaté (le plus bas de 40 ppm). Toujan a souligné que en riziculture dans les conditions saturées d'eau, le phosphore est relativement mieux disponible pour les plantes qu'en culture sèche. Donc il est bien possible que le riz ne donne pas de réponse à l'apport de phosphate, même si le phosphore assimilable dans le sol est au dessous du seuil critique; ceci est d'autant plus probable que le niveau de rendement est bas (comme est aussi argumenté par le projet GEAU) (4).

Les résultats de Toujan (N et P) sont confirmés par Van Diepen (1984):

Phosphate - les sols sont tous en général pauvres (5 à 9 ppm Pass.) à très pauvres (<5 ppm Pass.) sauf le sol immédiatement au dessous du salant noir qui est plus riche en P. Normalement une carence en phosphate est à craindre, cependant il est toujours possible qu'une application de phosphore ne donnera pas de réponse à cause d'une disponibilité plus grande de phosphate de ce qu'on avait attendu (majeure solubilité dans le sol saturé) ou, au contraire, d'une fixation du phosphate appliqué (précipitation de phosphore en milieu alcalin) (4).

Potasse - le niveau se situe autour du seuil de carence de 0,2 mé K/100g terre, sauf dans les sols limono-argilo-sableux compact de type *danga* ou *dian* dans le KL et dans tous les sols du Macina. Il n'est probablement pas nécessaire d'appliquer une fertilisation potassique, d'autant plus que l'eau d'irrigation a une faible valeur fertilisante en potassium. La teneur est de 2 ppm K/m³ (50 me/m³) environ. Quand la dose annuelle de l'eau est de 1000 mm, l'apport total de K sera de 24 kg K₂O/ha.

L'étude de carence des sols de Kokry (1990) menée par l'IER dans le cadre du projet ARPON a conclu que le phosphore est l'élément limitant la production dans la zone rizicole de Kokry : pour toutes les variables analysées (talles au m², panicules au m², hauteur moyenne, poids grains kg/ha, poids paille kg/ha) l'effet phosphore, dans l'essai en plein champ, est nettement perçu. Les différentes sources de phosphore sont équivalentes; le PNT est mieux indiqué pour corriger ces sols (sols acides) (5).

Van Driel (1989) a constaté que le test d'application de ZnSO₄, exécuté en 1988 sur les partiteurs K7 et K8 à Kokry, n'a eu aucun résultat: les paysans ont négligé toute autre fertilisation. Les résultats des analyses montrent qu'il n'y a ni carence en zinc, ni salinisation; par contre, le niveau de phosphore assimilable est très bas même si le phosphore total est acceptable (7).

Suite à cette étude, une enquête a été conduite pour la campagne 1989-90 sur les partiteurs K7, K8 et des analyses de sol ont été réalisées sur les partiteurs K9, K10 et K11.

Les analyses de sol sur les K7 et K8 montrent un manque en phosphore assimilable, en azote et un bas taux de Ca échangeable. Il n'y a pas de problèmes de salinisation (CE=1; ESP=6; pH=7); la saturation de bases est très basse, ce qui indique que à cause de la longue durée de l'irrigation (depuis 1937) les éléments nutritifs ont été lessivés (8).

Les analyses du K9, K10 et K11 montrent les mêmes tendances: les taux en phosphore total et phosphore assimilable sont plus bas qu'au K7 et K8, la saturation de bases est encore plus faible; les pH sont acides. Le pH acide pourrait causer la carence en phosphore assimilable signalée dans les sols du K7, mais il est aussi favorable à la libération de phosphore du PNT utilisé dans le test. Le traitement avec DAP (50 kg) et PNT (300 kg), en plus de 100 kg d'urée, a produit 1 tonne/ha en plus par rapport au traitement paysan et au traitement avec urée simple (100 kg).

Le traitement avec phosphate a des effets positifs sur la levée et le nombre de talles au m².

Au vu des résultats de ce test, le manque de phosphore est un problème fondamental, mais d'autres carences jouent un rôle (N, Ca) (8).

Le PNT peut représenter une bonne solution pour corriger le pH et augmenter le taux de Ca disponible dans le sol. Une correction du pH augmentera aussi la disponibilité en phosphore assimilable(8).

Kamissoko (1991) a mené une étude pour déterminer la dose optimale de fumure phosphatée (fumure de redressement) à partir de PNT (28% de P₂O₅) sur les terres dégradées du partiteur K3 (Darsalam) dans le secteur de Kokry. L'essai est conduit sur les sols *dian* du K3: sols argileux (> 50% argile), pH légèrement acide (6,7 et 6,5), avec une faible teneur en phosphore. Cinq traitements sont mis en compétition dans les systèmes de culture extensif et intensif (T1=CM; T2=200 kg PNT/ha+CM; T3=400 kg PNT/ha +CM; T4=600 kg PNT/ha +CM; T5=100 kg DAP/ha +CM).

Dans les deux systèmes de culture (intensif et extensif), le traitement avec DAP s'est mieux comporté: il a la meilleure végétation et le nombre de talles/m² le plus élevé. On note sur les paramètres végétatifs que l'effet phosphore du PNT est absent.

Pour ce qui concerne l'étude de la courbe de réponse au phosphore, conduite en système intensif avec cinq traitements (T1=CM; T2=30 kg P₂O₅/ha+CM; T3=60 kg P₂O₅/ha+CM; T4=90 kg P₂O₅/ha+CM; T5=120 kg P₂O₅/ha +CM) à partir du super triple (44 à 52% de P₂O₅), les résultats obtenus montrent le besoin en phosphore de ces sols: les plus fortes doses de 90 kg/ha et 120 kg/ha se sont mieux comportées et se distinguent nettement des autres.

De l'analyse des variables, nombre de talles/m² et hauteur moyenne des plants, on remarque donc un effet phosphore sur le terrain et on distingue le témoin des autres traitements par le rabougrissement des plants, leur couleur vert foncé et le faible tallage.

Ces paramètres sont pourtant insuffisants pour déterminer le seuil de carence, ne disposant pas de données des paramètres productifs (nombre panicules/m², poids grains).

La non-réponse au PNT, utilisé sous forme de fumure de redressement, pourrait être attribuée au fait que le PNT est essentiellement un engrais phosphoré à action lente (lente solubilisation) (6).

Dans le cadre du PRI - IER, des études sur les périmètres irrigués de Kokry ont été menées depuis 1990 pour déterminer une fertilisation phosphatée à base de PNT et la dose optimale de phosphore pour les terres dégradées.

Les résultats de trois ans d'expérimentation (1991-94) sur les parcelles réaménagées du partiteur K3 de Kokry montrent que l'apport triennal de PNT semble ne pas bien marché, malgré le niveau de rendement acceptable (moyen 3092 kg/ha). La meilleure production est obtenue avec le DAP à 100 kg/ha.

Pour la courbe de réponse au phosphore, on peut dire que la dose optimale pour les terres dégradées de Kokry se situerait entre 30 et 60 kg P₂O₅/ha (9).

Les résultats des tests conduits dans la zone du Macina en 1994 et en 1995 ont donné des rendements acceptables (4630 kg/ha et 4690 kg/ha). La différence de rendement entre la source de phosphore soluble (100 kg TSP/ha) et le phosphore naturel (PNT) n'est pas significative, cependant un gain de paddy de 300 à 750 kg est dû à l'apport de TSP par rapport au PNT (150 kg et 300 kg/ha). Le PNT pourrait être envisagé comme source de phosphore pour la récupération des sols acides du Macina (9).

Des tests phospho-potassiques ont été conduits dans les secteurs de Kolongo et de Kokry (K7 et K4) en milieu paysan sur des sols argileux à limono-argileux (*moursi, dian, danga*). Les engrais utilisés sont le super simple (SSP en 1993/94) et le TSP (en 1994/95) comme source de phosphore et le chlorure de potasse comme source de potassium; l'azote est apporté sous forme d'urée. Les traitements testés sont: T1=46 kg P₂O₅/ha+CM; T2=60 kg K₂O/ha+CM; T3=46 kg P₂O₅/ha + 60 kg K₂O/ha+CM. Les sols sont tous du type acide avec une teneur en phosphore total moyenne, mais le taux en phosphore assimilable est bas à très bas; le taux en potassium assimilable est moyen. L'ESP indique que les sols ne sont pas sodiques (ESP < 15%) et la CE est dans la limite normale (9).

Le rendement grain de la dose combinée (K+P) est supérieur aux rendements des doses simples de phosphore et potasse. Le rendement moyen du test est 5922 kg/ha en 1993-94 et 6181 kg/ha en 1994-95. Les résultats indiquent qu'en plus du phosphore, un besoin en potassium des sols dans la zone du Macina se fait sentir. Ceci est justifié par l'introduction de variétés améliorées et les exportations de paille. Une nouvelle formule de fertilisation avec les éléments N P K dans la zone du Macina est donc à considérer. L'utilisation de la matière organique (enfouissement de la paille produite et fumier) pourrait être une autre approche pour la récupération de ces sols dégradés (9).

Le test potassium conduit en 1995-96 sur deux types de sol (*danga* et *moursi*) dans la zone de Kolongo sur les partiteurs K3, K3 bis et K4 a confirmé l'effet positif du potassium sur les rendements paddy. La dose de 60 kg K₂O /ha semble être équivalente à la dose 30 kg/ha. Un apport de matière organique s'avère nécessaire pour restituer la fertilité et augmenter les rendements dans la zone. Pour corriger l'acidité, l'apport de fumier ou de PNT est conseillé: les quantités recommandées sont de 5 à 10 t/ha de fumier et 300 à 500 kg/ha de PNT (9).

Un diagnostic des carences en éléments fertilisants a été conduit (1994-1997) à Kayo dans le Macina. Les traitements sont constitués par une combinaison N-P-K-Zn suivant la méthode soustractive. Les résultats d'analyse du rendement paddy montrent un effet remarquable en azote et en potassium. La fertilisation N P K avec ou sans zinc donne les meilleurs rendements paddy. Ces résultats confirment par endroit les besoins des sols en potassium.

La carence en zinc sur les sols hydromorphes à gley réduit est liée à l'effet de décapage suite au réaménagement ; cela explique le fait que l'on constate plus les carences en zinc dans les réaménagements Retail comparativement à ceux du projet ARPON (1).

La fertilisation organo-minérale

D'une manière générale les sols dans la zone de l'O.N. sont pauvres en matière organique, en azote et en phosphore, surtout dans la zone du Macina où les sols ont été exploités pendant longtemps sans restitution des éléments nutritifs. L'apport des fertilisants (engrais minéraux et fumier) est probablement le déterminant le plus important pour le niveau de rendement (3).

La nature, la quantité d'engrais utilisées sont fonction du système de culture mis en place. Les engrais minéraux sont utilisés pour apporter les éléments nutritifs essentiels: l'azote et le phosphore. L'évolution des systèmes de culture a amené des changements dans les quantités apportées (1).

Selon les résultats des expérimentations de l'IER, la dose optimale de phosphore se situerait entre 30 et 60 kg P₂O₅ par hectare (autour de 150 kg/ha DAP) et celle d'azote autour de 115 kg N/ha (250 kg d'urée). Le potassium n'a pas jusqu'à présent été considéré déficitaire. Les résultats récents de la recherche agricole indiquent cependant qu'un apport de 60 kg/ha K₂O (100 kg KCl) semble nécessaire pour compenser l'exportation par la récolte. L'importance du fumier sur les sols pauvres en matière organique est évidente. En plus, dans le cas spécifique de la riziculture irriguée l'effet du fumier sur la structure physique du sol peut jusqu'à un certain degré compenser l'effet de la salinisation du sol (3).

Les tests sur la matière organique conduits en 1994-1995 montrent que les rendements obtenus avec la fertilisation organo-minérale (paille produite + 90 N/ha + 23 P₂O₅/ha ; 5 t/ha fumier + 46 N/ha) sont équivalents à ceux de la fertilisation minérale vulgarisée (120 N/ha + 46P₂O₅/ha). La rentabilité économique des fertilisants organo-minéraux permettrait de réduire le coût des engrais à apporter. Il faut toutefois envisager les moyens pour l'acquisition de ces fertilisants, dont la disponibilité est limitée. La mise en place de parc amélioré, pratique peu utilisée en zone rizicole, pourrait améliorer la disponibilité en fumier. Dans la zone du Macina, l'action fumure organique a fait l'objet de suivi particulier : on est passé de 1885 ha en 1995-96 à 3403 ha fumés en 1997-98 (40722 t/ha) ; les paysans ont utilisé en moyenne 12 t/ha (9).

La dégradation des sols

L'évolution des sols des périmètres irrigués dans l'environnement aride sahélien dépend en grande partie du niveau des nappes et de la qualité des eaux (10).

Actuellement les nappes sont subaffleurantes en raison d'une gestion de l'eau approximative et leur profondeur oscille entre 0 et 2 mètres en fonction de la proximité avec les grands canaux d'irrigation.

Les eaux du Niger sont très peu minéralisées ($CE < 0,1$ dS/m) et considérées comme excellentes pour l'irrigation. Cependant, elles sont du type bicarbonaté sodique avec une alcalinité résiduelle calcite positive. Les eaux des nappes sont beaucoup plus minéralisées, mais elles sont très sodiques. La concentration des eaux des nappes par évaporation de la frange capillaire, après la récolte du riz, entraîne la remontée capillaire et le déséquilibre ionique initial des eaux d'irrigation vers le pôle sodique tend à s'accroître (10).

L'alcalinisation se caractérise par une réaction basique avec un pH situé entre 7,2 (très légèrement alcalin) et 10,5 (très fortement alcalin). Un $pH > 8,5$ entraîne des problèmes de toxicité et de carences induites (Zn, P) et une baisse de la quantité de matière organique. La salinisation consiste en l'accumulation de sels solubles, essentiellement NaCl, dans le profil du sol (11).

Les sols alcalins et sodiques présentent une structure dégradée par la dispersion des argiles et de la matière organique. L'alcalinité des sols sodiques est déterminée par la présence de cations Na^+ sur le complexe absorbant des argiles et de carbonate et bicarbonate de sodium dans la solution du sol (3). Bien qu'une étude approfondie sur les problèmes d'alcalinisation n'existe pas pour la zone du Macina, le phénomène y existe et la mission GFA a trouvé à Rimassa que 10 à 15 % des sols du terroir irrigué est actuellement affecté par l'alcalinisation (et peu de sodisation à côté) avec des rendements inférieurs à 1 t/ha. La mission GFA a été informée que le même problème existe dans le casier de Niario à une échelle moins prononcée : ici, les terres affectées ont été abandonnées pour éviter l'épandage de l'alcalinisation. Comme le sol type *danga* est prévalent dans la zone (70%) la sodisation et l'alcalinisation des sols est un aspect à ne pas négliger (3).

Conclusions

- La répartition des différents types de sols de la zone indique que 70 % des sols sont de type *danga* c'est à dire des sols sablo-limoneux à limono-argileux.
- Les sols du Macina sont pauvres en matière organique, en azote et en phosphore.
- La disponibilité en fumier est limitée dans la zone, cependant son utilisation permettrait de réduire le coût des engrais à apporter.
- Les tests menés pour déterminer la dose de fumure de redressement, à partir du PNT, ont montré que le phosphate naturel pourrait être envisagé pour la récupération des sols acides du Macina.
- Selon les résultats de l'expérimentation de l'IER, la dose optimale d'azote est de 115 kg de N/ha (250 kg d'urée) et pour le phosphore est de 30 à 60 kg de P_2O_5 /ha (150 kg/ha de DAP), pour le potassium est de 60 kg/ha de K_2O (100 kg KCl).
- La formule vulgarisée par l'Office du Niger est 120 N/ha + 46 P_2O_5 /ha.
- Une étude approfondie sur la dégradation des sols n'existe pas pour la zone du Macina ; cependant des phénomènes d'alcalinisation /sodisation ont été constatés par endroits.

Références bibliographiques - Fertilité des sols

- 1 - N'Diaye M.K., Guindo D., Dicko M.K. - Gestion de la fertilité des sols rizicoles de l'O.N. IER dans « Irrigated rice in the Sahel : Prospects for sustainable development » Warda – Adrao – Undp - 1997
- 2 - Dabin B. - Contribution à l'étude des sols du Delta Central Nigérien. L'Agronomie tropicale. 1951
- 3 - GFA - Evaluation du projet de réhabilitation des périmètres hydro-agricoles de l'O.N. Rapport définitif + Annexes. Bruxelles . Mars 1996
- 4 - Van Diepen C.A. - Projet ARPON. Les sols irrigués des casiers rizicoles de l'O.N. au Mali. Rapport de mission. 1984
- 5 - ARPON - IER - Rapport sur l'étude de carence des sols de Kokry. 1990
- 6 - Kamissoko B. - Récupération des terres dégradées de Kokry par l'utilisation du PNT. Mémoire de fin d'études. IPR Bamako. Décembre 1991
- 7 - Van Driel W.F. - Projet d'assistance à l'agropédologie. Rapport de mission. Salinisation, alcalinisation et sodisation des terres de l'O.N. KIT - IER. Mai 1989
- 8 - ARPON - O.N. - Diagnostic de l'infertilité des sols à Kokry (partiteurs K7 - K8 - K9 - K10 - K11) Campagne 1989-90
- 9 - IER - PRI - Rapport analytique Campagne 1992-93, 1993-94, 1994-95, 1995-96.
- 10 - Bertrand R., N'Diaye M.K., Keita B. – L'alcalinisation/sodisation, un danger pour les périmètres irrigués sahéliens. Sécheresse 1994.
- 11 - Barral J.P., Dicko M.K. – La dégradation des sols à l'Office du Niger. PSI – IER. Février 1996.

Techniques culturales

L'intensification de la production rizicole est le préalable pour exploiter le potentiel agro-hydrologique dans les périmètres réaménagés. L'introduction des variétés à haut rendement (non- photosensibles, à cycle court), des engrais minéraux, du repiquage et la préparation du sol faite par traction bovine ont permis une augmentation considérable des rendements du riz pendant les années 80.

Analyse des rendements

Le tableau ci-après présente l'évolution de la productivité rizicole à l'O.N. pour la période 1982/83 - 1996/97 (2).

Dans le Macina, les rendements moyens ont tourné autour de 1 - 1.5 t/ha pendant les années 80 et ont augmenté rapidement à partir de la campagne 1989/90, quand ils ont dépassé le niveau minimum de 2 t/ha pour atteindre plus de 4 t à l'hectare en 1995.

La production et les rendements de Kokry, au début des années 80, étaient comparativement aux autres zones de l'O.N. les plus faibles: rendements d'environ 1 t/ha entre 1980 et 1985. Le secteur de Kokry, créé vers la fin des années '30, est le plus ancien de l'O.N. et s'est beaucoup dégradé au fil du temps. Faute d'entretien du réseau hydraulique et de régénération des terres en raison de divers problèmes sociaux, le taux d'abandon des terres cultivées était très élevé: en 1981/82 seulement un tiers de la superficie était cultivé (1).

Outre les problèmes mentionnés ci-dessus, le secteur de Kokry se caractérisait par un grand nombre de problèmes institutionnels (zone isolée, faible encadrement, attribution des terres) et économiques (endettement et difficultés de commercialisation). Pour ces raisons, l'augmentation des rendements, après le réaménagement ARPON, n'était pas aussi importante qu'à Niono.

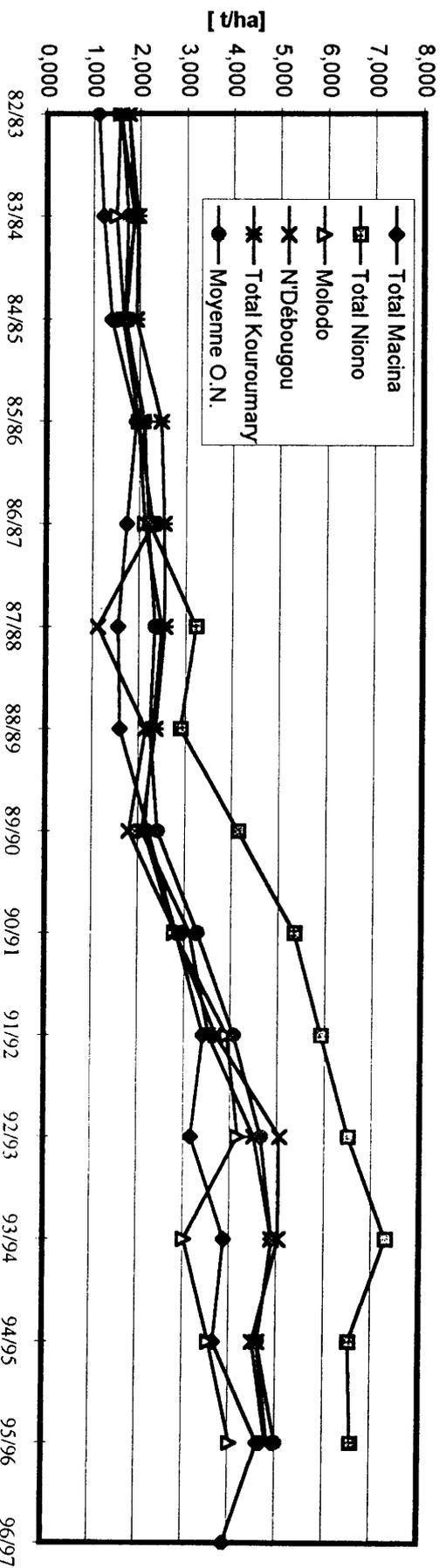
Les rendements en 1991/92 sur les terres réaménagées par le projet ARPON étaient pratiquement identiques à ceux des zones non-réaménagées (environ 3,5 t/ha). Dès lors, l'augmentation considérable de la production est surtout due à la remise en culture des terres abandonnées (1). Par contre dans le secteur de Niono, l'augmentation de la production doit être attribuée à l'augmentation des rendements. La comparaison des rendements dans les zones d'intervention d'ARPON et du RETAIL montre un écart assez élevé: 2,7 t/ha en zone ARPON contre 4,4 t/ha en zone RETAIL. Cette différence vient de la stratégie moins flexible et plus poussée de RETAIL (repiquage et double culture sur 25% des superficies réaménagées) ainsi que du réaménagement complet considéré un préalable pour l'intensification de la riziculture (1).

L'importance des réaménagements comme interventions-clé pour l'augmentation de la production a beaucoup diminué au cours des années, parce que les paysans des zones non-réaménagées ont également commencé l'intensification en se chargeant du réaménagement de leurs propres parcelles.

EVOLUTION DES RENDEMENTS PAR ZONE

Rendements en tonnes/hectar par période

| | 82/83 | 83/84 | 84/85 | 85/86 | 86/87 | 87/88 | 88/89 | 89/90 | 90/91 | 91/92 | 92/93 | 93/94 | 94/95 | 95/96 | 96/97 |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kolongo | 1,084 | 1,390 | 1,755 | 2,320 | 1,953 | 1,818 | 1,615 | | 3,100 | | | | | | |
| Kokry | 1,145 | 1,048 | 1,052 | 1,520 | 1,512 | 1,302 | 1,590 | 2,220 | 2,822 | 3,711 | | | | | |
| Total Macina | 1,115 | 1,219 | 1,404 | 1,920 | 1,733 | 1,560 | 1,603 | 2,220 | 2,822 | 3,406 | 3,153 | 3,880 | 3,660 | 4,610 | 3,900 |
| Niono | 1,634 | 1,937 | 1,530 | 2,170 | 2,356 | 2,809 | 2,701 | 4,635 | 5,158 | 6,002 | | | | | |
| Sahel | 1,542 | 1,809 | 1,855 | 1,990 | 2,100 | 3,617 | 3,075 | 3,646 | 5,544 | 5,839 | | | | | |
| Total Niono | 1,588 | 1,873 | 1,693 | 2,080 | 2,228 | 3,213 | 2,888 | 4,141 | 5,351 | 5,921 | 6,500 | 7,300 | 6,530 | 6,590 | |
| Molodo | 1,562 | 1,490 | 1,648 | 1,970 | 1,970 | 2,119 | 2,488 | 2,317 | 2,146 | 2,790 | 3,920 | 4,162 | 3,030 | 3,560 | 4,030 |
| N'Débougou | 1,757 | 1,887 | 1,633 | 1,970 | 2,301 | 1,124 | 2,155 | 1,802 | 2,811 | 3,686 | 5,062 | 5,030 | 4,500 | 4,800 | |
| Kourouma | 1,532 | 1,664 | 1,729 | 2,290 | 2,441 | 2,222 | 2,355 | 2,032 | 3,058 | 3,684 | | | | | |
| Dogofy | 1,973 | 2,252 | 2,133 | 2,640 | 2,637 | 2,902 | 2,381 | 2,133 | 3,158 | 3,364 | | | | | |
| Total Kouroumary | 1,753 | 1,958 | 1,931 | 2,465 | 2,539 | 2,562 | 2,368 | 2,083 | 3,108 | 3,524 | 4,510 | 4,890 | 4,600 | 4,830 | |
| Moyenne O.N. | 1,607 | 1,751 | 1,680 | 2,100 | 2,205 | 2,346 | 2,253 | 2,411 | 3,280 | 4,071 | 4,650 | 4,900 | 4,600 | 5,000 | |



Source: DADR-ON-Ségou

Les résultats obtenus par sondage par partiteur en 1985-86 montrent un rendement moyen pour le secteur de Kolongo de 2,2 t/ha et de 1,4 t/ha pour le secteur de Kokry, avec un rendement inférieur à la tonne observé pour les partiteurs K8 – K9 – K10 situés à l'extrême est de la zone du Macina (3). Les résultats obtenus par sondage pour la campagne 1989-90 mettent en évidence une nette amélioration dans tout le secteur de Kokry avec un rendement moyen de 2,2 t/ha, notamment sur les partiteurs K5 – K6 – K8 – K9 – K11 ; pour le K10 le niveau de productivité est resté autour de 1 tonne à l'hectare (9).

Le repiquage

La technique du repiquage, adoptée à grande échelle depuis 1990, est pratiquée par plus de 90% des exploitants du Macina dans les zones aménagées, aussi bien qu'en zones non-réaménagées (2).

Evolution des surfaces repiquées dans le Macina

| | Surfaces repiquées en hectare par campagne | | | | | | | | | | |
|----------------|--|-----------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 86/87 | 87/88 | 88/89 | 89/90 | 90/91 | 91/92 | 92/93 | 93/94 | 94/95 | 95/96 | 96/97 |
| <i>Kolongo</i> | 6 | 21 | 17 | 190 | 185 | 730 | | | | | |
| <i>Kokry</i> | 1 | 26 | 230 | 482 | 526 | 2265 | | | | | |
| Macina | 7 | 47 | 247 | 672 | 711 | 2995 | 3334 | 4606 | 5736 | 8082 | 9904 |

Source: DADR –O.N. Ségou

Pour la campagne 1997-98, 10828 ha ont été repiqués sur 12117 ha cultivés.

Le repiquage offre des avantages sur le semis direct et donne des rendements plus élevés du fait que le planage est mieux réalisé en boue qu'en condition sèche (le repiquage supporte un planage moins rigoureux que le semis direct) ; la méthode d'installation assure une levée des plants plus homogène et la mise en boue empêche la prolifération des adventices au moment du repiquage; par conséquent, le repiquage permet une meilleure efficacité des engrais et les sarclages sont moins onéreux, mais il demande beaucoup de main d'œuvre (3).

Le choix du mode de semis est d'ordre économique : il s'agit de comparer les rendements par hectare, donc évaluer la rentabilité économique des différentes variétés. Le travail est fait par des salariés ou par les groupes de femmes du village ou par des agriculteurs des zones adjacentes. Le paysan repique parfois sans encadrement, les erreurs commises se répercutent sur la production. Le repiquage au lieu d'être un facteur d'intensification est alors perçu comme un travail contraignant et improductif.

Dans le cadre du PRI-IER, des tests de semis à la volée avec semences pré-germées ont été menés pendant la campagne 1996-97 dans toutes les zones de l'O.N. : pour la première année le semis pré-germé à la volée a donné un rendement moyen de 5967 kg/ha avec un drainage après deux jours de maintien de lame d'eau et de 6183 kg/ha avec un drainage après 21 jours. Cette technique, si elle se confirmait en milieu réel, peut constituer une alternative au repiquage devenu trop contraignant. Il est à noter que le semis pré-germé nécessite un bon planage de la parcelle, une bonne gestion de l'eau et un herbicidage pour contrôler les mauvaises herbes (7).

Les variétés

L'introduction des variétés de riz à haut rendement après le réaménagement a fait si que les paysans ont remplacé les variétés traditionnelles peu performantes (BH 2, Gambiaka, H1523). Les variétés préconisées dans la zone de l'O.N. sont le BG 90-2 pour l'hivernage (cycle de 125 - 140 jours) et le China 988 et le Habiganj comme variétés de contre-saison (cycle de 100 - 120 jours).

La BG 90-2 est une variété performante de paille courte avec un tallage important, résistante à la verse, non photosensible, à croissance élevée avec une bonne réponse aux engrais ; le rendement moyen est de 5-6 t/ha de paddy en bonnes conditions de fertilité (5).

Dans la zone du Macina environ 70% des agriculteurs, comme dans les autres zones de l'O.N., ont cultivé la BG 90-2 pendant les dernières campagnes (1995-96 ; 1996-97) (2). Pourtant, cette variété s'est montré sensible à la virose (panachure jaune du riz) et devra être remplacée par d'autres moins sensibles.

Surfaces mises en culture selon les variétés – 1997-1998

| Surfaces exploitées selon les variétés (ha) | | | | | | | | |
|---|--------|-----------|--------|--------|----------|--------|--------|-------|
| | BG | Kgni 91-1 | Gka | D52-37 | Sébérang | H15-23 | Autres | Total |
| <i>Macina</i> | 6058,5 | 1211,7 | 1817,5 | 484,6 | 484,6 | 1211,7 | 848,1 | 12117 |
| % | 50 | 10 | 15 | 4 | 4 | 10 | 7 | 100 |

Source : O.N.- Zone du Macina

Pour les campagnes 1993-94 et 1994-95, l'équipe de la RD/FED a réalisé des essais en zone du Macina (ferme de Kayo) avec les variétés disponibles de l'IER (Station de Kogoni) et à la ferme de Niono. Les variétés testées sont la BG 90-2 (témoin), la Bouaké 189, la TN1, la Kogoni 89-1 et la Kogoni 91-1 ; ces deux dernières sont photosensibles avec un cycle végétatif de 140-145 jours.

Les résultats des deux ans montrent que la variété Bouaké 189 reste la plus productive parmi les nouvelles variétés et résiste mieux aux influences extérieures que la BG 90-2. La Bouaké 189 et la BG 90-2 ont un rendement sensiblement égal, mais pour des raisons phytosanitaires (plus résistante à la cécidomye et à la pyriculariose) et à cause du taux de rentabilité économique plus élevé (le repiquage en ligne est plus rentable) la Bouaké 189 pourra être recommandée en zone du Macina (5).

La fertilisation

L'évolution des rendements est étroitement liée à l'utilisation des engrais. Le tableau sur la fertilisation minérale montre que dans la zone du Macina la dose d'urée a augmenté d'une moyenne de 50 kg/ha en 1984/85 à environ 165 kg/ha en 1996/97; la dose de phosphate a augmenté d'environ 45 kg/ha en 1984/85 à 125 kg/ha en 1996/97. Les quantités d'engrais pour la campagne 1996/97 se réfèrent à la superficie réhabilitée, c'est-à-dire 7833 ha ; les quantités obtenues par comparaison à la superficie cultivée pendant la campagne 1996/97 sont de 110 kg d'urée et 84 kg de phosphate à l'hectare (2).

Les doses d'engrais appliquées par les agriculteurs dans la zone FED (casier de Boky Wéré) sont dans l'ordre de 150 kg d'urée et 100 kg de DAP à l'hectare (4).

Dans le Macina, l'utilisation des engrais est loin de la fumure vulgarisée à cause des prix élevés et de l'endettement de certains exploitants. Les difficultés d'acquisition d'engrais font que les paysans s'orientent sur le semis à la volée et les variétés moins exigeantes.

Le calendrier agricole

Les opérations agricoles doivent être exécutées au bon moment, surtout le labour du sol et le repiquage. L'âge des plants au moment du repiquage détermine le développement de la végétation du riz (optimum 20 à 30 jours, entre le 15 juin et le 15 juillet) et donc le rendement. L'un des facteurs qui induisait la baisse des rendements au niveau de Kokry, dans les années 1980, était le retard sur le calendrier agricole conseillé (voir tableau ci-après) : la superficie emblavée au 15 juillet représentait le 20% de la superficie cultivée.

La pré-irrigation pour le labour est une opération culturale très peu ou pas pratiquée, cela à cause des défauts d'alimentation en eau et de drainage (souvent les paysans doivent attendre les premières pluies) et de l'absence de planage qui empêche de maintenir un plan d'eau contrôlé (10).

Le manque d'équipement pèse sur l'exécution à temps de certaines opérations culturales telles que le labour, le hersage, le semis, le transport de fumier. De plus, l'exécution simultanée des opérations dans les périmètres rizicoles et dans les zones exondées pour les cultures pluviales pose le problème de la main d'œuvre et de l'organisation du travail au niveau des exploitations (10).

Conclusions

- * Les rendements moyens ont été 1-1,5 t/ha pendant les années 80, à partir de la campagne 89/90 ils ont dépassé les 2 t/ha pour atteindre plus de 4 t/ha en 1996.
- * Le repiquage est actuellement pratiqué par 90 % des exploitants du Macina ; mais malgré sa rentabilité économique, il pose un problème de main d'œuvre (en quantité et en qualité).
- * La variété la plus cultivée est la BG 90-2, avec un rendement moyen de 5 à 6 t/ha en bonnes conditions de fertilité.
- * Parmi les variétés testées, la Bouaké 189 a le même rendement que la BG 90-2, mais elle est plus résistante aux maladies.
- * L'utilisation des engrais a augmentée depuis les années 80, toutefois on est loin de la fumure vulgarisée par l'O.N. à cause des prix élevés et de l'endettement des paysans.

- ❖ Le manque d'équipement et de main d'œuvre pèsent sur l'exécution à temps des opérations culturales, les paysans n'arrivent pas à respecter le calendrier cultural.
- ❖ La comparaison entre les deux courbes de rendement et de fertilisation met en évidence la croissance des rendements non proportionnelle à celle des quantités d'engrais utilisées, pendant les dernières années. Ces quantités sont-elles réellement utilisées ? et pour quelle superficie ? Peut-on mettre ce phénomène en relation avec l'augmentation des superficies repiquées ? Et si c'est le cas, la réalisation des opérations culturales (période d'exécution et qualité) a-t-elle joué un rôle ?

Références bibliographiques - Techniques culturales

- 1- DGCI - IOV Pays Bas - La riziculture paysanne à l'Office du Niger, Mali, 1979-1991 - Rapport d'évaluation. Décembre 1992
- 2- Office du Niger – Bilan de campagne 1995-96, 1996-97. O.N. Ségou
- 3- GERSAR – Réhabilitation du périmètre du Macina. Etude de pré faisabilité. Vol.2 – Situation générale et agro-économique. Mars 1989
- 4- GFA – Evaluation du projet de réhabilitation des périmètres hydro-agricoles de l'O.N. Rapport définitif + Annexes. Bruxelles mars 1996
- 5- Cornelissen J., Diallo M.D. – L'essai variétal à Kayo. Campagne 1993-94 et 1994-95. MDR/RD – O.N. Mars 1994 – Février 1995
- 6- O.N. – Zone du Macina – Bilan de mise en culture. Campagne 1995-96, 1996-97, 1997-98
- 7- IER – Troisième session du Comité de Programme. Rapport de recherche de la campagne 1996-97. PRI. Sept. 1997
- 8- Diarra F., Traoré L., Van Leuwen M. – L'évaluation et l'exécution du Programme Spécial d'intervention (ARPON) dans le secteur de Kokry. Campagne 1988-1989. Mai 1989
- 9- ARPON – Evaluation de l'intensification à Niono et Kokry. Campagne 1989-90. Ségou 1990
- 10- Sacko M. et al. – Etude descriptive des systèmes agricoles de production dans les villages de Kononga et Tomi, secteur de Kokry, zone du Macina. 1986

Facteurs socio-économiques

La population et la différenciation socio-économique

La population totale de la zone du Macina était de 44336 habitants (23232 H ; 21104 F) en 1996, répartie en 3838 familles dans 43 villages ; la population active (8 à 55 ans) était de 29010 personnes avec 10645 TH (1). La surface moyenne exploitée par famille était en 1996 de 3 ha.

Les ethnies dominantes sont les bambara (46%), les mossi (12%), les samogho (6%), les minianka (5%), les sarakolé (8%), les peuhl (6%), les dogon (2%) et les bozo : Boky-Wéré est majoritairement peuplé de mossi et samogho, Niaro de bambara ; dans les villages du casier de Kokry, de l'ex secteur de Kolongo, sont de mossi et dans l'ex secteur de Kokry on retrouve les bambara, les bozo et les peuhl. Dans la zone, on distingue deux types de villages : les « anciens », (Kayo-Bambara, Tomi, Kokry-Bozo), créés par les populations originelles et implantés sur les terres exondées ou les buttes de la vallée ; les villages « Office du Niger », créés par l'administration de l'O.N. entre 1937 et 1954 (3).

Au début des années 1980, la différenciation socio-économique était très élevée : d'un côté, on estimait que près des 2/3 des colons se trouvaient dans des conditions très précaires (situation de sous-alimentation, faible rendement, niveau élevé d'endettement) ; de l'autre côté, une minorité de colons (moins de 10%) obtenait des revenus monétaires très importants (2).

La typologie des exploitations élaborée par Samacké et Yung (1988) distinguait trois groupes dans la zone de l'O.N. :

- ♦ les paysans colons pauvres qui vendent leur force de travail, sont souvent des nouveaux installés, insuffisamment équipés et retirent un faible revenu de la vente de paddy avec des rendements au dessous de 2t/ha ;
- ♦ les paysans colons aisés dont les rendements dépassent les 2t/ha, relativement bien équipés, sont souvent d'anciens colons et retirent des revenus importants de la riziculture ;
- ♦ les colons non-paysans ou non-résidents (2).

Le groupe des paysans colons pauvres a diminué entre 1981 et 1987 et ne représentait qu'un tiers du total. En 1988, le groupe des non-résidents constituait 38% des colons du Macina (3) et ce pourcentage est resté invariable jusqu'à nos jours (6). Au cours des années 1980, les conditions de production se sont améliorées (réaménagement, crédit, équipement, augmentation du prix de paddy, etc.) tandis que les effets tangibles sur la production sont restés limités.

Les opérations de réaménagement et réattribution des terres se sont traduites en une réduction des superficies des anciens utilisateurs, dégagant ainsi des terres libres que en majeure partie ont été attribuées aux non-résidents. Ce groupe a des activités principales autres que l'agriculture : agents de l'O.N. ou fonctionnaires, commerçants ou artisans, fonctionnaires en retraite (2).

L'analyse des études menées par les projets ARPON et RETAIL (Diawara, Leesberg et al., Bal, 1990) permet de distinguer cinq groupes :

- * les paysans riches et aisés : grandes exploitations disposant de beaucoup de main d'œuvre, d'équipement et de capital. On distingue d'un côté les grandes familles anciennement installées avec une grande surface en casier (> 10 ha) et souvent des terres hors-casier en maraîchage et en culture pluviale ; de l'autre côté un nouveau groupe qui fait de l'intensification de la riziculture une source d'accumulation. Ce groupe représente à peu près 10% du total des exploitations.
- * les paysans sécurisés : exploitations moyennes (4 à 10 ha) disposant de moyens de production adéquats ; ils sont intéressés à l'innovation par l'intensification afin d'augmenter leur revenu. Ce groupe représente entre 22 et 36% de toutes les exploitations.
- * les paysans en équilibre précaire et/ou pauvres : petites exploitations (< 4 ha) qui ont peu de moyens de production, souvent endettés et forcés de vendre leur force de travail. Dans ce groupe on trouve les nouveaux paysans qui rencontrent beaucoup de problèmes la première année d'installation (les AV ne leur donnent pas de caution pour obtenir de crédits) et les anciens paysans vivant dans les zones dégradées. Ce groupe représente au moins un tiers de toutes les exploitations.
- * les non-résidents : on peut distinguer les non-résidents qui ne sont pas installés dans leur village d'attribution et l'agriculture est l'activité principale ou la seule activité économique ; les non-résidents qui font de l'agriculture une activité secondaire et cultivent les casiers d'une manière extensive. On estime que ce groupe représente entre 27 et 32% des exploitations.
- * les non-colons : groupe composé d'un côté de gens qui sont attirés par le développement de la zone O.N., tels que les migrants temporaires (Bella, Dogon, Minianka) et de l'autre, les anciens colons évincés qui vendent leur force de travail et autres groupes installés dans les villages (artisans, pêcheurs, bergers). Il n'y a pas de données exactes sur la taille de ce groupe (2).

La monoculture du riz introduite par l'O.N. détermine la vie économique de la zone. Toutefois, la pratique paysanne est une stratégie, combinant le riz et autres spéculations avec d'autres secteurs économiques, qui est adoptée par les hommes et les femmes. Le degré d'intensification constitue la source la plus importante de différenciation des exploitations (4). Ce processus de diversification n'est guère pris en compte par l'O.N. et l'encadrement n'est pas différencié par type d'exploitation.

Le développement économique a de fortes répercussions sur le plan social, tant au niveau des villages qu'au niveau de la famille (opposition des jeunes, éclatement de familles). De manière générale, la structure sociale des villages est fragilisée tant par les différentes phases qui ont marqué l'histoire de l'O.N., que par le caractère conservateur des communautés rurales confrontées aux changements.

En effet, la structure sociale villageoise est classique (Conseil de village, AV, Association des jeunes et des femmes, GIE) ; à l'exception des AV et GIE, toutes les autres structures sont issues de l'histoire des villages, ce qui explique leur dépendance du pouvoir traditionnel.

Ces communautés paysannes sont fortement hiérarchisées et chacun a son statut social et économique : on peut retenir que les anciens colons ont plus de droits que les nouveaux, l'homme est supérieur à la femme, le noble à l'homme de caste ; etc. (8). Les paysannes profitent moins que les hommes des changements économiques : le crédit est accordé exclusivement aux hommes et au riz ; pourtant les femmes s'adonnent aux activités économiques nécessitant un financement (maraîchage, commercialisation de riz et produits maraîchers) (4). L'intensification et le changement du système rizicole ont créé des nouvelles tâches aux paysannes telles que le repiquage, le vannage et le décorticage dans les groupements féminins. Ces activités procurent une indépendance économique relative, mais alourdissent également le travail des femmes (2).

Les facteurs de blocage de la riziculture intensive

Diawara et Dumbia (1990) ont mené une étude socio-économique dans les villages de Darsalam, Kokry-Bozo, Konona, Koutiala-Coura, Namsiguio et Tougan-Coura pour identifier les facteurs de blocage de l'intensification :

- * la pauvreté du paysan : le paysans du secteur de Kokry est pauvre et endetté, il n'arrive pas à régler ses dettes, publiques et privées, et est incapable d'acheter les intrants, d'où la mauvaise production donc l'endettement ;
- * la soudure : la pénurie d'aliments, qui peut paraître un paradoxe à l'O.N., se situe au moment le plus critique pour la riziculture, c'est-à-dire à l'époque du désherbage, et contraint le paysan à choisir entre la production de l'année et son équipement. Dans ces cas, souvent ce sont les bœufs ou d'autres outils qui sont bradés ;
- * la politique d'installation de l'O.N. qui attribue tard les parcelles aux nouveaux exploitants qui n'ont pas d'équipement, ni des connaissances techniques, ni des liens sociaux avec les anciens installés ;
- * le mauvais état du réseau hydraulique, surtout dans les zones non-réaménagées, et le mauvais planage dans les zones réhabilitées ;
- * le système de production paysan : c'est le cas des villages de Konona, Kokry-Bozo et Koutiala-Coura qui vinrent à la riziculture suite aux années de sécheresse, à l'appauvrissement des réserves poissonnières et aux épizooties. C'est un système de production sinistré qui met la riziculture à contribution pour atteindre son équilibre économique ;
- * les terres non mises en culture : phénomène qui met en danger l'intensification ainsi que les terres réhabilitées (4).

D'autres aspects à considérer sont la logique paysanne d'investissement, l'accès au crédit (limité à cause des impayés) et la commercialisation (transport) (4).

Le projet ARPON a financé, entre 1995 et 1997, une étude socio-économique dans la zone du Macina pour rechercher les causes des bas rendements (3,4 t/ha contre 4,6 t/ha pour l'ensemble de l'O.N. en 94/95) ; le taux élevé d'éviction (18%) et d'abandon des parcelles (10%).

Les conclusions principales tirées dans la première phase de l'étude, en 1995, sont les suivantes :

- * la taille de la superficie attribuée est souvent trop grande par rapport à la main d'œuvre et à l'équipement de l'exploitation ;
- * le manque d'équipement et de main d'œuvre entraîne des bas rendements, surtout dans le cas des nouveaux exploitants qui ont, en général, un rendement plus bas que les anciens;
- * l'attribution des parcelles est faite en retard.

Les recherches n'avaient pas inclus l'incidence des carences des sols sur les rendements, donc une étude pédologique était recommandé (5).

A la fin du Programme Spécial 95/96, exécuté dans les cinq villages les plus démunis de la zone ARPON (Kankan, Médine, Darsalam, Foulabougou, Tomi), les mêmes conclusions avaient été tirées. Pendant la troisième phase de l'étude, en 1997, l'impact du Programme Spécial 96/97 a été analysé : les critères d'attribution, concernant l'équipement et la main d'œuvre, n'ont pas été respectés et l'approvisionnement en phosphore et urée à crédit, assuré par le FDV, a eu une incidence positive sur les rendements en 96/97 (6).

La différence des rendements entre les cinq villages et le fait que le rendement moyen, après deux ans de Programme Spécial, n'a pas beaucoup augmenté peut s'expliquer par rapport à l'équipement disponible par hectare, les quantités d'engrais utilisées et le taux de nouveaux exploitants (33,8 % en 96/97 et 36,9 % en 95/96). Le rendement moyen des nouveaux exploitants (2 t/ha) est plus bas que celui des anciens exploitants (6).

Le manque d'équipement baisse le rendement à cause de la différence en quantité et qualité du travail et met les paysans en retard sur le calendrier agricole, en augmentant les frais.

Le manque de main d'œuvre (par rapport à la superficie) n'a pas d'influence sur le rendement, ni sur le taux de non exploitation des parcelles; l'insuffisance de bras valides dans la famille pose des problèmes pour les opérations qui demandent beaucoup de main d'œuvre, comme le repiquage et le désherbage: les opérations culturales sont exécutées en retard et sont mal effectuées.

L'encadrement des exploitants (parcelles de démonstration) a un bon impact sur les paysans de contact, mais la plupart des exploitants ne sont pas informés de l'existence des parcelles.

Les exploitants considèrent que la baisse des rendements est due au manque de main d'œuvre, aux maladies des plantes ou balles vides, aux ruptures de stock d'engrais et, comme cause majeure, au mauvais planage. Il existe une différence significative de rendement en 96/97 entre les parcelles planées par des graders (dénivelés acceptables plus ou moins 10 cm) et les parcelles non planées de 0,5 t/ha (6). La corrélation linéaire n'existe pas quand le planage est effectué par des barres niveleuses.

Les résultats de l'étude montrent qu'il y a une corrélation linéaire entre:

- * la taille des compartiments et le rendement, plus élevé dans les petits compartiments (taille moyenne de 0,26 ha);
- * qualité des semences et rendement (R1, R2 et ordinaire).

Le respect du calendrier a aussi un impact sur le rendement, notamment la date de semis, la date d'arrachement des pépinières et la date d'épandage de l'urée. Les pépinières bien fertilisées (fumure organique et P_2O_5) donnent de meilleurs rendements. La maîtrise des techniques culturales, exécution des opérations et respect du calendrier, joue son rôle sur le rendement.

Les organisations paysannes

Une forme moderne d'organisation du monde rural a été promue à l'Office du Niger par la création des AV, à partir de 1984, sous l'impulsion de l'administration et du parti unique (UDPM). Les AV devaient servir d'organisation pré-coopérative à caractère transitoire et devenir des TV (doté d'une personnalité juridique) après l'évaluation de leur fonctionnement, afin d'accélérer un développement endogène au niveau villageois. C'est ainsi que les populations ont assimilé les AV aux structures gouvernementales.

Les activités des AV portent sur:

- ◆ le battage mécanique, géré depuis 1984, constitue la principale source de revenu, la gestion de la sacherie et la collecte primaire;
- ◆ la gestion du crédit agricole (approvisionnement, octroi et recouvrement) transférée de l'O.N. aux AV en 1989: le taux de recouvrement des crédits n'est que d'environ 70% (80% dans le périmètre de Boki-Wéré-FED en 94/95) (7);
- ◆ le gestion du terroir à travers la participation aux décisions des Comités Paritaires de Gestion des Terres de la zone (CPGTZ): les tentatives de transfert de la gestion de terres aux OP ont abouti à des disputes claniques et des litiges juridiques;
- ◆ la commercialisation transférée de l'O.N. aux AV en 1988 et très mal conduite jusqu'à 1995;
- ◆ la détermination du prix du paddy en concertation avec la Chambre de l'Agriculture de Niono;
- ◆ le recouvrement de la redevance eau, transférée de l'O.N. aux AV en 1991, activité mal gérée par les AV et reprise en 1994 par l'O.N., qui recouvre la redevance directement et individuellement auprès des exploitants (7).

La zone du Macina présente une AV dans chaque village ; dans le village de Kouna l'AV a été érigée en TN (9).

La restructuration de l'Office du Niger démarrée en 1988 prévoyait un rôle important pour les OP, de fait la principale raison d'être est l'exigence de la part des institutions de crédit de disposer de la "caution solidaire". Suite à d'importants arriérés de remboursement, plusieurs AV n'ont plus obtenu de crédits.

Le manque de concertation et de transparence dans la gestion a abouti à l'émergence des Groupes d'Intérêt Economique (GIE) . Cependant, la situation semble beaucoup plus grave dans les autres zones de l'O.N. qu'à Macina et surtout dans les villages FED (Rimassa, Tougan-Coura, Namsiguio, Rassogoma, Kononga, Oula) les AV demeurent encore stables et assez fonctionnelles (7). Le GIE n'est pas un phénomène très développé dans les villages du réaménagement ARPON dans le Macina; dans le périmètre du réaménagement FED, il existe un GIE dans quatre villages.

La zone du Macina compte 21 GIE, officiellement recensés par le Service Promotion des Organisations Paysannes (9). Les GIE sont des fractions d'AV qui se sont constitué en groupement afin de contourner la dette de l'AV (dont ils faisaient partie) et d'obtenir à nouveau des crédits. Les activités menées sont complémentaires à celles de l'AV : repiquage, maraîchage, autres travaux champêtres.

L'émergence endogène des GIE pourrait restaurer la crédibilité de l'OP vis-à-vis des institutions de crédit agricole, mais elle risque aussi de réanimer des litiges claniques dans les villages. De plus, les GIE ne disposent pas encore d'un statut juridique légal.

Plusieurs études (DPR-ON, 1986 ; Spruijt, 1995-1997) mettent en évidence la corrélation entre la qualité du fonctionnement des AV et le niveau de cohésion sociale dans les villages. En effet, les relations sociales déterminent la composition et le fonctionnement des AV ; vice versa, les problèmes du bureau de l'AV reflètent les conflits sociaux du village et souvent une discrimination à l'égard des femmes et des jeunes (2).

Le Fond de Développement Villageois (FDV) et la Banque Nationale de Développement Agricole (BNDA) octroient les crédits de campagne aux AV et aux individus (le taux d'intérêt appliqué par le FDV est de 10,5% par campagne), tandis que l'encadrement de l'O.N. apporte un appui en formation sur la gestion du crédit et des conseils pour le choix des intrants. Les deux instituts connaissent d'importants problèmes de remboursement: pour la campagne 1994/95, à la BNDA le taux de remboursement était de 45% et au FDV de 65%.

Les OP de la zone du Macina se caractérisent par un endettement chronique et un mauvais fonctionnement. Plus de 75% des OP possèdent des équipements vétustes et peu performants (9).

Le non remboursement du crédit peut avoir plusieurs origines: une mauvaise moralité de crédit du paysan et /ou une mauvaise organisation de l'OP. En général, il n'y a pas une corrélation linéaire entre le revenu et le taux de remboursement: un revenu plus élevé ne mène pas à un meilleur recouvrement des dettes, mais les exploitants dans les villages dont l'AV n'a pas accès au crédit ne reçoivent pas moins de crédit. Ils prennent du crédit avec des commerçants ou des parents. Des fois, c'est l'AV qui donne à crédit les recettes tirées du battage et d'autres activités (5).

L'encadrement des AV est assuré par divers intervenants: le Service du Conseil Rural (SCR) de l'O.N., le Projet Centre de Prestation de Services (PCPS) du projet RETAIL et l'AADR (financé par ARPON) sont actifs dans l'encadrement du crédit.

Le CIDR (organisation français d'assistance technique) mène une action, avec des crédits du FED, de promotion des Caisses Villageoises d'Epargne et de Crédit. Les AV sélectionnées sont encadrées par le CIDR.

Conclusions

- ♦ La typologie des exploitations étudiées dans le Macina montre une différenciation selon la taille, les moyens de production et le degré d'intensification.
- ♦ Les non résidents sont beaucoup plus nombreux dans le Macina qu'ailleurs (environ 40 %) et ils ne disposent pas des moyens et du niveau technique comme les anciens exploitants.
- ♦ La politique d'installation de l'O.N., qui ne semble pas respecter les critères d'attribution des parcelles, constitue un facteur de blocage de l'intensification.

- * La faible capacité de gestion collective des OP et le non recouvrement des dettes a provoqué l'inéligibilité aux crédits bancaires, ce qui a entraîné des problèmes d'approvisionnement en intrants.

Références bibliographiques - Facteurs socio-économiques

- 1 - O.N.- Zone du Macina - Bilan de mise en culture. Campagne 1996/1997. Sep. 1996
- 2 - DGCI-IOV - La riziculture paysanne à l'Office du Niger, Mali. 1979-1991. Rapport d'évaluation. Déc. 1992
- 3 - GERSAR - Réhabilitation du Périmètre du Macina. Etude de pré faisabilité. Vol.2 - Situation générale et agro-socio-économique. Mars 1989
- 4 - Diawara M., Doumbia O. - Gestion des ressources (eau - terre) et participation paysanne à l'Office du Niger. Deuxième phase. Document de synthèse. ARPON-ON. Août 1990
- 5 - Spruijt L., Keita M. - Etude socio-économique "Kokry". Résultats de la première phase (février - juin 1995). ARPON-ON. Août 1995
- 6 - Spruijt L. - Etude socio-économique "Kokry". Résultats quantitatifs de la troisième phase (juin 1996-mars 1997). ARPON-ON. Juillet 1997
- 7 - GFA - Evaluation du projet de réhabilitation des périmètres hydro-agricoles de l'office du Niger. Rapport définitif + Annexes. Bruxelles . Mars 1996
- 8 - Sidibe H. et al. - Monographies sociales des cinq villages de la zone test de l'ex secteur de Kokry. 1997
- 9 - GIE - Delta-Conseils - Etude sur la situation et les besoins d'appui des organisations paysannes de la zone du Macina Office du Niger. PCPS Niono. Janvier 1998

Gestion de l'eau

La gestion de l'eau et la maintenance du réseau principal (y compris le barrage à Markala) et du réseau primaire sont assumés par l'O.N. pour compte de l'Etat. L'O.N. assure la gestion et la maintenance du réseau secondaire pour son propre compte par l'entremise de la redevance eau payée par les exploitants agricoles. Il est également chargé de la supervision de l'entretien du réseau tertiaire qui incombe aux paysans (1).

Le réseau hydraulique du Macina

Le système du Macina est composé des éléments suivants :

- ◆ le canal du Macina (20 km) allant du Point A jusqu'au début du fala de Boky-Wéré
- ◆ le fala de Boky-Wéré, vieux lit du Niger, qui sert à commencer de la fin du canal du Macina jusqu'au village de Kolongotomo comme adducteur primaire (47 km) et continue au-delà comme drain des terres avoisinantes en bordure nord du périmètre de Boky-Wéré
- ◆ le distributeur de Boky-Wéré (16 km) qui approvisionne le périmètre de Boky-Wéré (superficie 4300 ha)
- ◆ le distributeur de Kokry (31 km) qui alimente le casier de Kokry (9500 ha) et continue au-delà jusqu'à la prise d'eau pour l'ancien périmètre ORS de Ké-Macina
- ◆ les casiers rizicoles composés de partiteurs, arroseurs, parcelles, drains arroseurs et drains partiteurs
- ◆ le système de drainage principal composé du drain principal, en bordure des périmètres de Boky-Wéré (à gauche) et de Kokry (à droite), du drain nouveau reliant le drain principal au drain bretelle et du drain bretelle qui débouche dans le fleuve Niger (2).

Le Service de Gestion de l'Eau

Au niveau des cinq zones de l'O.N., le Service de Gestion de l'Eau est chargé de trois missions : la gestion de l'eau dans les réseaux secondaires et le suivi hydraulique correspondant ; l'entretien de ces réseaux et des pistes ; la police de l'eau auprès des usagers en matière de gestion de l'eau et d'entretien, y compris dans les réseaux tertiaires(3).

La gestion de l'eau dans les réseaux secondaires est réalisée par des éclusiers dans les distributeurs et par des aiguadiers dans les partiteurs, sous la coordination des chefs de casiers.

Dans la zone du Macina, qu'il s'agisse des zones réhabilitées par ARPON ou des zones anciennes, les rizières n'ont fait l'objet d'aucun planage. La succession des labours depuis plusieurs dizaines d'années a entraîné des dénivellations importantes à l'intérieur des bassins et des consommations excessives d'eau(5).

Le mode de régulation du débit est la commande par l'aval et les modules en tête d'arroseeur sont gérés en fonction des besoins des parcelles par l'aiguadier. Par cumul des débits des modules on obtient le débit total de la prise sur le distributeur et la vanne est réglée en conséquence (4).

La maîtrise totale de l'eau en vue d'une réduction du gaspillage et d'une équitable distribution de l'eau au niveau de l'arroseeur nécessite l'application des mesures suivantes :

- ♦ la gestion correcte des prises type modules à masque en tête d'arroseeur de manière à compenser les prélèvements par les prises vannées de casier
- ♦ la mise en place et le respect d'un tour d'eau pour la distribution de l'eau à l'intérieur de l'arroseeur en utilisant les doses d'irrigation indiquées
- ♦ le respect et le contrôle du calendrier agricole et des doses d'irrigation.

Pour la zone du Macina, les besoins en eau, calculés par GERSAR, sont de 11690 m³ à l'hectare pour la culture principale et de 16210 m³ à l'hectare pour la culture de contre-saison (2). Actuellement, les consommations dans les casiers atteignent les 25000 m³ à l'hectare.

L'utilisation des modules à masque en tête des partiteurs et des arroseeurs nécessite un contrôle et réglage permanents sous la supervision des aiguadiers. La gestion, faite en fonction de la demande d'eau par les exploitants, exige la présence continue de l'aiguadier en absence d'un tour d'eau.

Les paysans raisonnent en termes de cote et non de débit d'eau, ainsi que l'encadrement ; en cas de pénurie d'eau réelle, le non-approvisionnement en eau se situe pour eux au niveau de la prise. En outre, vu que les usagers payent la redevance non par volume d'eau ou par durée d'approvisionnement, l'utilisation des prises à vannes, plus robustes et transparentes, serait préférable et moins coûteuse(2).

Pour ce qui concerne l'évacuation des eaux, le drainage est défaillant et les paysans n'arrivent pas à vider les casiers au moment voulu. Cela comporte l'impossibilité d'une réalisation correcte des techniques culturales intensives, l'envahissement des adventices et la dégradation des sols ; au niveau de la parcelle, la consommation excessive d'eau aggrave encore les problèmes de drainage (2).

Les défaillances se situent au niveau du tertiaire (fond des drains arroseeurs peu profond) et au niveau du primaire (fermeture de l'ouvrage sur le Niger). Après la correction des drains arroseeurs (et parfois des drains partiteurs), le problème de l'évacuation des eaux excédentaires, pendant les périodes de crue du Niger, persistera et le pompage est à évaluer (2).

Le dysfonctionnement du drainage persiste après le réaménagement à cause des cotes de drainage projetées trop hautes, du blocage du drain de bretelle lors des hautes eaux dans le fleuve Niger et du comblement des drains arroseeurs et drains partiteurs (4).

L'entretien du réseau

Un principe-clé du fonctionnement d'un système d'irrigation est que l'entretien du réseau est étroitement lié à la gestion de l'eau. Dans la pratique, l'O.N. et les paysans n'arrivent pas encore à garantir l'entretien régulier du réseau par manque de fonds de l'Etat d'un côté et d'encadrement de l'autre.

Pour réaliser l'entretien des canaux, drains et pistes secondaires, le SGE dispose de l'Unité d'Entretien qui exécute les travaux d'entretien courant en zones réaménagées et les travaux urgents en zones non-réaménagées ; les travaux complexes, urgents ou occasionnels sont confiés à des prestataires autonomes (3).

En général, l'entretien dans la zone du Macina est d'une qualité satisfaisante. L'Unité d'Entretien de la zone est bien équipée et fonctionnelle, mais les travaux sont exécutés de façon curative au lieu d'être préventive : en 1996, aucun curage des drains partiteurs n'avait été entrepris depuis la réception des réaménagements. De même dans les tertiaires, les paysans ne font pas de l'entretien préventif.

Conclusions

- * Dans la zone du Macina les apports sont plus importants que les besoins.
- * Le drainage est défaillant au niveau du tertiaire (fond des drains arroseurs peu profond) et au niveau du primaire (fermeture de l'ouvrage sur le Niger).
- * Le dysfonctionnement du drainage persiste après le réaménagement à cause des cotes des drains trop hautes.
- * La gestion de l'eau pose problème : le tour d'eau est difficilement respecté ; il n'y a pas de programmation de la demande sur les partiteurs en fonction des opérations culturales (manque de communication entre les aiguadiers et les exploitants).
- * L'entretien est d'une qualité satisfaisante mais les travaux sont exécutés d'une manière plus curative que préventive.

Références bibliographiques – Gestion de l'eau

- 1 – DGCI – IOV – La riziculture paysanne à l'Office du Niger, Mali. 1979-1991. Rapport d'évaluation. Décembre 1992
- 2 – GFA – Evaluation du projet de réhabilitation des périmètres hydro-agricoles de l'Office du Niger. Rapport définitif + Annexes Mars 1996
- 3 – GERSAR – Organisation et mise en œuvre de la décentralisation des zones. Préparation du 2° Contrat-Plan Etat-O.N. Mai 1992
- 4 – GERSAR – Réhabilitation du périmètre du Macina. Etude de pré faisabilité. Vol. 5 Infrastructures hydrauliques et aménagements hydro-agricoles. Mars 1989
- 5 – Sacko M. et al. – Etude descriptive des systèmes agricoles de production dans les villages de Kononga et Tomi, secteur de Kokry, zone du Macina. 1986

Conclusions et recommandations

Les problèmes à résoudre dans la zone du Macina sont :

- * l'augmentation des rendements par l'intensification des techniques culturales, la rationalisation de la gestion de l'eau et l'utilisation d'engrais
- * l'enclavement de la zone qui entrave les transports et le commerce
- * la dégradation des infrastructures hydrauliques due essentiellement au manque d'entretien
- * la faible performance des OP, en particulier dans la gestion du crédit et la maintenance des équipements.

Afin d'assurer la durabilité de la production, l'impact sur l'environnement et l'amélioration des conditions socio-économiques et sanitaires des populations concernées sont à considérer.

Les activités suivantes sont recommandées :

- * Etude morpho-pédologique pour identifier les différents types de sol (composition granulométrique et chimique) et leur potentialité productive avec l'élaboration d'une carte des sols de la zone du Macina. Etant donné l'état actuel des sols du Macina, l'étude doit aboutir à un plan de restauration, notamment des zones plus dégradées. La recherche doit poursuivre les tests en milieu réel pour établir des formules de fertilisation favorables à la riziculture intensive. La recherche variétale doit continuer les essais dans le but d'obtenir des variétés résistantes aux maladies (pyriculariose, virose).
- * Renforcer l'encadrement et la promotion des O.P. afin de les orienter vers une gestion participative de l'entretien du réseau hydro-agricole tertiaire en collaboration avec le Service du Conseil Rural de l'O.N. En matière de crédit agricole, une politique plus sélective est conseillée aux instituts de crédit (FDV, BNDA) avec l'attribution de crédits individuels. Pour ce qui concerne la promotion de la femme, un programme de formation visant à faciliter la participation effective des femmes dans les OP et des activités concrètes pour appuyer l'accès à la terre, aux crédits et à l'encadrement sont à considérer.
- * Le SCR de l'O.N. devra mettre en place un système de vulgarisation performant : conseil/suivi des exploitants, notamment les nouveaux ; information des paysans ; formation des techniciens pour une gestion de l'eau plus rigoureuse. A ce propos, le SGE devra élaborer un programme de formation spécifique pour les différents acteurs (aiguadiers, chefs d'arroseurs, exploitants) et orienter la réflexion vers un système de paiement de la redevance qui aura pour objet de réduire les gaspillages d'eau.
- * L'intégration d'un système d'élevage type parc amélioré à la production de l'O.N. pourra permettre de réduire les dégâts causés par les animaux en augmentant la disponibilité de fumier dans la zone.

Au vu des analyses effectuées, la mission propose des programmes d'intervention pouvant être mis en place afin de trouver des solutions aux problèmes évoqués.

A. Programme d'appui institutionnel

Ce programme regroupe des projets de recherche-action/action-formation qui seront menés pour aider les acteurs à prendre les décisions spécifiques. La priorité est l'émancipation des acteurs.

1. Projet de renforcement des capacités des organisations paysannes et des agents d'encadrement dans la zone de l'Office du Niger du Macina.

Justification:

La filière riz présente un besoin permanent de formation des ses acteurs (producteurs, techniciens, cadre etc..).

Objectifs:

- * développer les capacités des organisations professionnelles, chargées de la production du riz, en matière de gestion et même d'initiation de projet
- * développer les capacités au niveau de la zone en matière de suivi, de collecte des données, d'analyse et de planification.

Résultats attendus:

- * agents de terrain formés
- * un dispositif d'information des statistiques mis en place
- * un dispositif performant de suivi- évaluation mis en place
- * les membres des organisations paysannes formés et les organisations paysannes opérationnelles.

2. Projet de formation et d'information dans la zone Office du Niger du Macina.

Justification

Les abandons et les expulsions qui caractérisent la zone nécessitent la formation et l'information des exploitants afin qu'ils cernent le contenu du cahier de charge de l'O.N.

Objectifs:

- * le projet vise à assurer une formation adéquate et renforcer un partenariat entre les acteurs de la filière riz
- * la mise en œuvre d'un système de vulgarisation performant: conseil/suivi des exploitants.

Résultat attendus :

- * capacité effective des acteurs dans le domaine de la gestion participative
- * capacité de gestion des infrastructures par les organisations professionnelles
- * application rigoureuse des critères d'attribution (attelage complet et main d'œuvre) et amélioration de la politique d'installation de la part de l'O.N.
- * capacité d'organisation et de négociation des acteurs de la filière

- ◆ vulgarisation des techniques améliorées de transformation et de conservation des produits maraîchers.

3. Projet de gestion des rizières en vue de l'élaboration et de la mise en œuvre de plans de réaménagement dans la zone Office du Niger du Macina.

Justification :

Le mauvais planage des parcelles non réaménagées rend très difficile la gestion de l'eau et a un impact négatif sur les rendements.

Objectif :

Elaborer un plan de réaménagement participatif, opérationnel pour les zones non réaménagées.

Résultats attendus :

- ◆ mise en place de structures de gestion participative
- ◆ adoption d'un plan d'aménagement opérationnel des parcelles
- ◆ élaboration d'instruments de suivi et d'analyse des tendances aux niveaux des parcelles.

4. Projet d'appui à la mise en place d'un système de financement approprié des caisses villageoises et des organisations paysannes

Justification

Le coût de financement élevé des caisses villageoises et le manque d'un système adéquat de remboursement des crédits pour l'acquisition des intrants sont des vrais handicaps pour la production rizicole.

Objectifs :

- ◆ aider à mettre en place des mécanismes appropriés de financement des caisses villageoises et de remboursement des crédits
- ◆ mettre en place une organisation des producteurs dans le cadre de la commercialisation.

Résultat attendus :

- ◆ un réseau de mutuelles d'épargne et de crédit mis en place
- ◆ des conditions d'accès des producteurs au crédit créés et facilités
- ◆ un système de remboursement plus ponctuel mis en place.

B. Programme d'appui à la recherche agropédologique

Ce programme regroupe des projets de recherche-développement/recherche appliquée orientés vers des décisions applicables dans de contextes bien déterminés. La priorité est l'efficacité.

1. Fertilité des sols

Justification

La durée d'exploitation accompagnée de la submersion des sols seraient à l'origine de la pauvreté des sols et des faibles rendements dans la zone du Macina. Une identification devient indispensable, afin de pouvoir atteindre l'objectif de l'intensification.

Objectifs :

- ❖ établir la composition physico-chimique des sols
- ❖ établir une nomenclature des sols dans le Macina.

Résultats attendus :

- ❖ avoir une meilleure connaissance des sols et de leur état actuel
- ❖ mise en place d'un dispositif de suivi de l'état des sols irrigués dans le Macina.

2. Fertilisation minérale

Justification :

La pauvreté des sols irrigués de la zone du Macina nécessite un apport en fertilisants pour obtenir un bon rendement.

Objectifs :

- ❖ identifier une formule de fertilisants appropriée permettant d'obtenir de bons rendements
- ❖ associer les producteurs à l'identification et à l'utilisation de ces fertilisants.

Résultats attendus :

- ❖ améliorer la production et la productivité dans la zone

3. Fertilisation organique

Justification

La pauvreté des sols du Macina en matière organique n'est plus à démontrer. Les rapports sont généralement faibles ou inexistant, d'où la nécessité de trouver une technique plus appropriée et moins coûteuse pour l'acquisition de fertilisants organiques.

Objectifs :

- ❖ vulgariser les techniques de compostage existantes
- ❖ intégration de l'élevage à la riziculture
- ❖ déterminer la source de fumure organique à la portée des paysans.

Résultats attendus :

- ❖ augmentation de la production et de la productivité rizicoles
- ❖ diminution du coût de production du riz
- ❖ conservation des sols.

4. Lutte phytosanitaire et recherche variétale

Justification

La production dans certaines zones du Macina est compromise par la présence de cécidomye et autres maladies.

Objectifs :

- ◆ identifier les caractéristiques écologiques
- ◆ établir des moyens de lutte intégrée.

Résultats attendus :

- ◆ utilisation des variétés résistantes aux maladies.
- ◆ augmentation de la production.

BIBLIOGRAPHIE

- Amselle J.L. et al. - Evaluation de l'Office du Niger - Mali. 1985
- ARPON - Situation de référence du secteur de Kokry. 1987
- ARPON - Evaluation de l'intensification à Niono et Kokry. Campagne 1989-90. Ségou 1990
- ARPON - Analyse coûts-avantages du programme d'Amélioration de la Riziculture Paysanne à l'Office du Niger (ARPON, Mali). Rapport final. NEI Août 1992
- ARPON - IER - Rapport sur l'étude de carence des sols de Kokry. 1990
- ARPON - O.N. - Diagnostic de l'infertilité des sols à Kokry (partiteurs K7 - K8 - K9 - K10 - K11) Campagne 1989-90
- ARPON - O.N. - Programme Spécial d'intervention dans le secteur de Kokry. Campagne 1988-89. Avril 1989
- ARPON - O.N. - Rapport sur le suivi de la gestion de l'eau sur le partiteur K5. Campagne 1996. Ségou, juin 1997
- ADRAO - Etude prospective de l'intensification de la riziculture à l'Office du Niger. Rapport d'identification. Mali juin 1974
- Barral J.P., Dicko M.K. - La dégradation des sols à l'Office du Niger. PSI - IER. Février 1996.
- Bertrand R., N'Diaye M.K., Keita B. - L'alcalinisation/sodisation, un danger pour les périmètres irrigués sahéliens. Sécheresse 1994.
- Camara A., - Le regroupement des exploitations comme solution de maîtrise de l'irrigation et du drainage au secteur agricole de Kokry. Analyse des contraintes et propositions d'amélioration. 1982
- Cornelissen J., Diallo M.D. - L'essai variétal à Kayo. Campagne 1993-94. MDR/RD - O.N. Mars 1994
- Cornelissen J., Diallo M.D. - L'essai variétal à Kayo. Campagne 1994-95. MDR/RD - O.N. Février 1995
- Dabin B. - Contribution à l'étude des sols du Delta Central Nigérien. L'Agronomie tropicale. 1951
- DGCI - IOV Pays Bas - La riziculture paysanne à l'Office du Niger, Mali, 1979-1991 - Rapport d'évaluation. Décembre 1992
- Diarra F., Traoré L., Van Leuwen M. - L'évaluation et l'exécution du Programme Spécial d'intervention (ARPON) dans le secteur de Kokry. Campagne 1988-1989. Mai 1989
- Diawara M., Doumbia O. - Gestion des ressources (eau - terre) et participation paysanne à l'O.N. Deuxième phase. Document de synthèse. 1990
- Diawara M. - La gestion paysanne du terroir à l'O.N. l'exemple du village test de Zirakoro 1990
- Drago A. - Etude des contraintes de production au niveau paysan sur les partiteurs K6 - K7 et K8 dans le secteur de Kokry. 1989

- GERSAR – Réhabilitation du périmètre du Macina. Etude de préfaisabilité. Vol. 1,2,3,4,5 . Mars 1989
- GERSAR – Organisation et mise en œuvre de la décentralisation des zones. Préparation du 2° Contrat-Plan Etat-O.N. Mai 1992
- GFA – Evaluation du projet de réhabilitation des périmètres hydro-agricoles de l'Office du Niger Rapport définitif + Annexes. Bruxelles mars 1996
- GIE – Delta Conseils – Etude sur la situation et les besoins d'appui des organisations paysannes de la zone du Macina Office du Niger. PCPS Niono janvier 1998
- Haidara Y. – Etude sur la divagation des animaux dans la zone du Macina. Office du Niger. Rapport définitif. Août 1993
- IER – Troisième session du Comité de Programme. Rapport de recherche de la campagne 1996-97. PRI. Sept. 1997
- IER – Comité du Programme céréales et légumineuses alimentaires. Document riz irrigué. Avril 1992
- IER - PRI - Rapport analytique Campagne 1992-93
- IER - PRI - Rapport analytique Campagne 1993-94
- IER - PRI - Rapport analytique Campagne 1994-95
- IER - PRI - Rapport analytique Campagne 1995-96
- IRAT - Fertilité des sols du Mali Sud/ON. Interprétation des données analytiques des sols. 1964
- Kamissoko B. - Récupération des terres dégradées de Kokry par l'utilisation du PNT. Mémoire de fin d'études. IPR Bamako. Décembre 1991
- Keita M. - Revenu du maraîchage, zone de Macina. 1997
- Kwié H.D. - Les cultures maraîchères dans le secteur de Kokry .Mali 1983
- M.D.R.E. – Etude environnementale de la zone de l'Office du Niger. Rapport d'avancement (avril 1997 – juillet 1997). NEO. Août 1997
- N'Diaye M.K., Guindo D., Dicko M.K. - Gestion de la fertilité des sols rizicoles de l'O.N. IER Niono Mali. 199..
- Office du Niger – Bilan de campagne 1982-83. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1983-84. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1984-85. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1985-86. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1986-87. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1987-88. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1988-89. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1989-90. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1990-91. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1991-92. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1992-93. Ségou

- Office du Niger – Bilan de campagne 1993-94. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1994-95. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1995-96. Ségou
- Office du Niger – Bilan de campagne 1996-97. Ségou
- O.N. – Zone du Macina – Bilan de mise en culture. Campagne 1995-96
- O.N. – Zone du Macina – Bilan de mise en culture. Campagne 1996-97
- O.N. – Zone du Macina – Bilan de mise en culture. Campagne 1997-98
- Sacko M. et al. - Etude descriptive des systèmes agricoles de production dans les villages de Kononga et de Tomi, secteur de Kokry zone du Macina. 1986
- Sidibe H. et al. – Monographies sociales des cinq villages de la zone test de l'ex secteur de Kokry. 1997
- Spruijt L., Keita M. - Etude socio-économique "Kokry". Résultats de la première phase (février - juin 1995). ARPON-ON. Août 1995
- Spruijt L. – Etude socio-économique « Kokry ». Résultats de la deuxième phase (juin 1995-mars 1996) + Annexes. ARPON-O.N. Mai 1996
- Spruijt L. - Etude socio-économique "Kokry". Résultats quantitatifs de la troisième phase (juin 1996-mars 1997). ARPON-ON. Juillet 1997
- SRCVO - Production variétale. Test riz irrigué à Kolongo et à Kokry . 1982
- Van Diepen C.A. - Projet ARPON. Les sols irrigués des casiers rizicoles de l'O.N. au Mali. Rapport de mission. 1984
- Van Driel W.F. - Projet d'assistance à l'agropédologie. Rapport de mission. Salinisation, alcalinisation et sodisation des terres de l'O.N. KIT - IER. Mai 1989