

# Innovations en aménagement des sols de mangrove pour la riziculture :

## Partie 2 - Résultats agronomiques

M. Sow<sup>(1)</sup> et M. B. Barry<sup>(2)</sup>

1 Centre National des Sciences Halieutiques de Boussoura, BP 3738, Conakry, Guinée

2 Institut de Recherche Agronomique de Guinée, BP 1523, Conakry, Guinée

### RÉSUMÉ

Pour réhabiliter les rizières de mangrove dégradées par le processus sulfaté acide, un aménagement combinant la réadmission de l'eau de mer et la gestion de l'eau douce pluviale a été testé. Dans les conditions des plaines estuariennes du littoral guinéen, la faisabilité technique a été démontrée. En terme d'accroissement de la productivité des terres, au cours de trois campagnes, il a été enregistré une augmentation significative et progressive du rendement passant de 1650 à 2100 et 2900 kg.ha<sup>-1</sup> contre environ 500 kg.ha<sup>-1</sup> dans les casiers traditionnels voisins. La gestion de l'eau a été globalement améliorée dans le périmètre et le planage des casiers a permis de mieux contrôler la lame d'eau dans la parcelle. L'introduction de variétés améliorées et l'échelonnement de la date de semis en pépinière ont également contribué à l'accroissement des rendements. Par contre, la fumure minérale n'a pas eu d'effet sur le rendement, probablement parce que la lame d'eau n'est pas gérée de façon optimale et que certains paramètres chimiques et/ou physiques du sol sont encore trop contraignants.

Par ailleurs, la possibilité de gérer l'eau toute l'année dans le périmètre a permis de tester, avec succès, la faisabilité de l'élevage extensif du Tilapia. L'intérêt des paysans pour ce modèle est certain, compte tenu de leur adhésion au programme de mise en valeur et de la demande de son extension aux plaines environnantes.

La question des possibilités d'extension de ce type d'aménagement dans la mangrove de Guinée et des pays voisins est brièvement abordée. Les données fragmentaires disponibles sur la zone permettent de penser que si la morphologie des plaines peut faire l'objet d'adaptation du modèle, un marnage important et une pluviométrie abondante sont les facteurs déterminants de la réussite de cette forme de mise en valeur.

### Mots clés

Riziculture, gestion de l'eau, fertilité du sol, calendrier cultural, pisciculture, Guinée.

## SUMMARY

### INNOVATION IN LAND DEVELOPMENT OF MANGROVE SWAMPS FOR RICE CULTIVATION. 2- Agronomic results

To restore rice fields damaged by the acid sulfate process, it has been tested a polder combining seawater readmission and fresh rainfall water management. The technical feasibility has been demonstrated in the estuarine plains of Guinée Maritime. Concerning the productivity of these lands, a significant and progressive yield improvement has been recorded for three cropping seasons, i.e. from 1650 to 2900 kg.ha<sup>-1</sup> against about 500 kg.ha<sup>-1</sup> in the traditional plots. Water management has been improved in the polder. The leveling of the plots allows a better water level control. The introduction of improved varieties and the staggering of the nurseries sowing date have also contributed to yield improvement. Chemical fertilization did not increase rice yield, probably because of impaired water management and other soil chemical and/or physical limiting factors.

Moreover, the year round water management has enabled a successful extensive Tilapia growing. Extension to farmers has already started. Farmer's interests in this model is certain, as attested by the partnership in the programme and the demand of extension to other neighboring plains.

The question of the extension of this land improvement scheme in the mangrove swamps of Guinea and the neighboring countries is briefly developed. The available data on the area suggest that if the plains morphology is suitable for the model, high tidal range and a abundant rainfall are the determinant factors for successful rice cropping.

#### Key-words

Rice cultivation, water management, soil fertility, cropping calendar, fish growing, Guinea.

## RESUMEN

### INNOVACIONES EN MANEJO DE SUELOS DE MANGLAR PARA EL CULTIVO DEL ARROZ. 2 - Resultados agrónomicos

Para la rehabilitación de los arrozales de manglar degradados por el proceso sulfatado ácido, se testó un manejo que combina readmisión del agua de mar y gestión del agua dulce pluvial. En las condiciones de las planicies de los estuarios del litoral de Guinea, se muestra la posibilidad técnica. En término de crecimiento de la productividad de las tierras en tres campañas, se registró un aumento significativo y progresivo del rendimiento que pasó de 1650 a 2100 y 2900 kg.ha<sup>-1</sup> contra solamente 500 kg.ha<sup>-1</sup> en las parcelas tradicionales vecinas. La gestión del agua se mejoró globalmente en el perímetro el aplanamiento de las parcelas permitió de controlar las cantidades de agua en la parcela. La introducción de variedades mejoradas y el escalonamiento de la fecha de siembra en contribuyeron igualmente al aumento de los rendimientos. En contra, la fertilización mineral no provocó efecto sobre el rendimiento, probablemente porque la cantidad de agua no está llevado de manera óptima y que algunos parámetros químicos y/o físicos del suelo son todavía demasiado limitantes.

Por otra parte, la posibilidad de gestionar el agua todo el año en el perímetro permitió testar, con sucesos, el desarrollo de la crianza extensiva del tilapia. El interés de los agricultores para esta modelo es cierto, teniendo en cuenta su adhesión al programa de desarrollo agrícola y de la demanda de su extensión a las planicies de los alrededores.

Se aborda brevemente, la cuestión de las posibilidades de extensión de este tipo de manejo en el manglar de Guinea y de los países vecinos. Los datos fragmentarios disponibles en la zona permite pensar que si la morfología de las planicies puede hacer adaptaciones del modelo, un aporte de margas importante y una pluviometría abundante son los factores determinantes de la suceso de esta forma de desarrollo agrícola.

#### Palabras claves

Cultivo del arroz, gestión del agua, fertilidad del suelo, calendario cultural, piscicultura, Guinea

Dans les sols potentiellement sulfatés acides comme ceux de Yangoyah en Basse Guinée (Sow, 2002) la gestion de l'eau est indispensable à l'intensification de la riziculture, à condition qu'elle soit complétée par des pratiques agricoles adaptées. Rappelons que dans ce milieu les sols jouissent d'une fertilité potentielle élevée et que les contraintes majeures sont la salinité, l'acidité et parfois la toxicité (fer, soufre, manganèse). Le taux d'éléments nutritifs est généralement satisfaisant, le problème étant de les mobiliser pour assurer une nutrition équilibrée de la plante. Cet objectif est atteint grâce à une gestion de la lame d'eau qui permet de maintenir la réduction du sol et évite la prolifération des mauvaises herbes.

La gestion de l'eau à la parcelle est l'une des pratiques les plus délicates dans les conditions du périmètre de Yangoyah, compte tenu des exigences du riz en la matière et des précipitations abondantes, mais contrastées. Les variétés de riz à haut rendement exigent généralement le maintien d'une lame d'eau d'épaisseur variant d'un à dix centimètres au maximum suivant les phases de développement. Cette exigence est relativement facile à gérer dans les périmètres irrigués dotés d'équipements de pompage. Dans le cas présent, il s'agit de riz inondé, mais pluvial. L'essentiel des besoins en eau (dessalement du sol et culture du riz) est couvert par les précipitations, la retenue aménagée ne servant qu'à sécuriser la récolte en cas de déficit. Aux mois de juillet et août à Yangoyah, la pluviométrie totale est de l'ordre de deux mètres, avec des pics journaliers atteignant souvent 40 mm. Dans ces conditions, l'élimination des excédents constitue un problème aggravé par l'interférence des marées qui bloquent, les écoulements à marée haute. Cette situation, outre son effet direct sur la croissance de la plante, a des répercussions sur le calendrier agricole. En particulier la préparation des casiers et le repiquage du riz qui exigent une mise à sec, sont souvent retardés surtout en période de vives-eaux lorsque l'amplitude des marées est au maximum. En fait, toutes les opérations culturales dépendent de la gestion de l'eau et doivent être planifiées en conséquence.

Après l'achèvement de l'aménagement, les recherches se sont focalisées sur les possibilités de maîtriser au mieux l'itinéraire technique. La première année a été consacrée au suivi de tous les casiers du polder et de quelques casiers traditionnels contigus servant de témoin. Le niveau de la lame d'eau, la salinité et l'acidité ont fait l'objet d'une attention particulière. Ces résultats ont été complétés par un test variétal et une enquête de rendement. Les deux années suivantes furent consacrées à des actions de recherche combinant un suivi annuel de la lame d'eau à des essais agronomiques.

Par ailleurs, si l'aménagement était destiné initialement à l'amélioration de la riziculture, la possibilité de gérer l'eau à la parcelle en toute saison a incité à initier un essai de rizi-pisciculture dans le but d'améliorer la productivité des terres tout en comblant le déficit protéique important qui caractérise la région. Enfin, la question d'appropriation du modèle par les paysans demeure une préoccupation majeure. De même la possibilité de son extension géographique se

pose, compte tenu des conditions particulières du milieu (marnage, pluviométrie...) dans lesquelles il a été réalisé.

## REHABILITATION DU SITE

### Le milieu naturel

Rappelons que les aménagements paysans antérieurs avaient déclenché le processus sulfaté acide ayant conduit à l'abandon du périmètre. Il en était résulté la destruction des digues de protection et le retour de l'eau de mer dans les casiers. Il a donc fallu réaménager le site. Au début des travaux, une campagne de mesure du pH en surface avait montré que les sols étaient redevenus faiblement acides grâce à la submersion. Dix mois plus tard, c'est-à-dire au moment du repiquage du riz, une deuxième campagne plus détaillée a été réalisée sur des échantillons prélevés dans différents casiers en surface et en profondeur. Les résultats ont montré que partout la submersion marine avait permis de diminuer l'acidité. L'effet est plus marqué en surface où les pH varient d'un casier à l'autre, avec un minimum de 4,9 et un maximum de 6,5. En profondeur la variabilité est moindre, avec un minimum de 4,3 et un maximum de 5,3. Dans tous les cas le pH de surface se situe dans l'intervalle favorable à la croissance du riz (4,5-6,5). Tout le problème est donc d'éviter l'oxydation et de permettre que les conditions réductrices stabilisent le pH à ce niveau par réadmission de l'eau de mer en saison sèche sans provoquer la sursalure des casiers.

Le contrôle de la salinité a été effectué par la mesure de la conductivité électrique (EC) de la pâte saturée du sol. EC est passé de 15-18 mS/cm au début des pluies à 0,5-1 mS/cm au moment du repiquage. Ainsi les sels ont pratiquement tous été lessivés par les fortes pluies de juin et juillet. Cependant, des brèches se sont ouvertes dans les digues au mois de septembre et ont entraîné une intrusion d'eau salée dans les casiers. Grâce à l'irrigation avec l'eau douce de la retenue, il a été possible de renouveler rapidement la lame d'eau saumâtre et ainsi d'éviter des dégâts sur le riz. Au même moment les casiers traditionnels ne disposant pas d'eau douce en réserve ont souffert d'une salinisation aggravée par la difficulté de maintenir la réduction.

L'aménagement combinant gestion de l'eau douce et de l'eau de mer a permis d'améliorer la gestion de l'eau à la parcelle comparativement à la pratique traditionnelle. On s'est cependant aperçu qu'il existe une importante variabilité entre les casiers, les meilleurs rendements étant obtenus dans les petits casiers plus homogènes topographiquement (*tableau 1*). Dans les casiers couvrant plus de 5000 m<sup>2</sup>, on est souvent confronté à la présence de parties hautes et basses rendant difficile le planage qui favorise le maintien d'une lame d'eau d'épaisseur homogène. Il s'ensuit une hétérogénéité importante du développement végétal préjudiciable au rendement.

**Tableau 1** - Rendement en fonction de la taille des casiers**Table 1** - Rice yield according to the compartment size

Taille des casiers	Nombre de stations	Rendement, kg.ha <sup>-1</sup>			Ecart type
		Moyen	Minimum	Maximum	
< 5 000 m <sup>2</sup>	16	1763	914	3205	557
5 000-7 000 m <sup>2</sup>	21	1131	391	2021	375
>7 000 m <sup>2</sup>	10	1272	595	1832	35

**Tableau 2** - Rendements des différentes variétés de riz dans le polder de Yangoyah**Table 2** - Yields of the different rice varieties in the Yangoyah polder

Variétés	Nombre de stations	Rendement, kg.ha <sup>-1</sup>			Ecart type
		Moyen	Minimum	Maximum	
B38D2	15	1571	1005	2623	470
ROK5	25	1394	391	3205	561
WAR1	2	1511	1440	1583	71
YEGUETY	5	1099	748	1791	361

**Tableau 3** - Rendements moyens dans le polder et les rizières traditionnelles**Table 3** - Compared average yields between the polder and the traditional rice fields

Type de rizières	Nombre de stations	Rendement, kg.ha <sup>-1</sup>			Ecart type
		Moyen	Minimum	Maximum	
Polder expérimental	45	1376	391	3205	525
Rizières	9 <sup>1</sup>	462	400	524	-

1- Le nombre d'observations dans les rizières traditionnelles a été limité par l'échec de la plupart des casiers qui ont été confrontés au manque d'eau en fin de cycle et par conséquent aussi à la salinité.

## Les variétés de riz

Afin de monter l'importance de la variété sur les rendements, quatre variétés de riz dont trois améliorées (B38D2, ROK5, WAR1) et la variété locale Yeguety servant de témoin ont été testées dans les différents casiers (tableau 2).

Les variétés sélectionnées ont des rendements moyens assez proches, sensiblement supérieurs à la variété locale. Au cours des campagnes suivantes, la variété ROK5 a connu une large diffusion en raison de ses qualités gustatives.

On constate une grande variabilité de rendements pouvant aller de 1 à 5 entre les rendements maximum et minimum. Cependant, les résultats enregistrés montrent que l'aménagement a incontestablement favorisé une augmentation substantielle des rendements (tableau 3). On est passé de 560 kg.ha<sup>-1</sup> dans les bougonis à 1 376 kg.ha<sup>-1</sup> dans le polder, soit une augmentation de deux fois et demi.

Par rapport au contexte paysan, cette première campagne a néanmoins permis de démontrer qu'un milieu dégradé peut rapidement être réhabilité et que le nouveau modèle d'aménagement avec une gestion originale de la lame d'eau est viable. En ce sens, l'expérimentation a atteint ses objectifs. Cependant, même si les résultats agronomiques enregistrés sont nettement meilleurs que ceux des bougonis dégradés de la zone, ils restent encore inférieurs à ceux observés dans les rizières traditionnelles non dégradées qui sont de 2 000 kg.ha<sup>-1</sup> en moyenne (Barry, 1996).

Cela signifie que la restauration des terres de mangrove dégradées est un processus progressif qui dépend pour beaucoup des facteurs et des conditions de production. Ce constat a amené à initier un certain nombre de programmes de recherche destinés à améliorer la gestion de la lame d'eau et à introduire des innovations agronomiques, notamment l'amélioration variétale, le calendrier agricole et la fumure minérale.

## CONDITIONS D'AMÉLIORATION DU RENDEMENT

### Nivellement des parcelles

Nous avons vu précédemment que dans les vasières de mangrove la micro-topographie contrastée qui fait alterner sur des espaces réduits, des cuvettes et des levés compromet le développement uniforme du riz, la lame d'eau étant mal répartie dans le casier. Les efforts de nivellement ont permis, dans une certaine mesure, de corriger cette situation. Comme l'endiguement, le nivellement est une opération exigeante en main-d'œuvre. Il faut tenir compte de l'importance des dénivelés dans les casiers, la perfection ne pouvant assurément être obtenue qu'au terme de plusieurs campagnes. Toutefois, cette activité est moins assujettie aux contraintes de pluie et de marée que l'endiguement, ce qui permet un calendrier de travaux plus souple.

Les résultats du nivellement ont été évalués par un programme annuel de suivi de la lame d'eau dans trois casiers choisis en fonction de leur position (amont, milieu et aval). Les conditions de suivi ont été les suivantes :

- topographie fine (maillage < 10 x 10 m) et altimétrie relative,
- installation de deux échelles triangulaires de suivi de la lame d'eau au centre et en bordure de chaque casier,
- relevé quotidien de la hauteur d'eau maximale de chaque échelle c'est-à-dire à la pleine mer,
- collecte des données pluviométriques journalières de la ville de Coyah.

Le traitement des données inclut donc la hauteur de la lame d'eau dans le casier, le coefficient de marée en toute saison et la pluviométrie en hivernage. Pour la représentation graphique on a considéré, pour chaque casier, la hauteur journalière moyenne calculée à partir des lectures sur les deux échelles. Les perturbations ayant provoqué la vidange des casiers sont les brèches accidentelles, les vidanges pour les travaux agricoles (labour, nivellement, repiquage, récolte).

Les résultats montrent que la micro-topographie des casiers est variable aussi bien au niveau des digues et diguettes qu'à l'intérieur des parcelles (*figure 1*):

- le casier I en aval est le plus contrasté avec des dénivelés de près de 40 cm entre le centre et la périphérie sur une superficie de 6 440 m<sup>2</sup>,
- le casier IV (6 935 m<sup>2</sup>) du milieu est le plus uniforme avec un meilleur planage, mais c'est aussi le plus profond et donc le plus submersible ;
- le casier V (10 600 m<sup>2</sup>) en amont est aussi caractérisé par une topographie contrastée et la présence de poches de sable qui accélèrent le drainage dans le secteur en contact avec le plateau côtier. Cette variabilité favorise des perturbations de deux ordres : (i) échanges de flux hydriques incontrôlés à partir des drains et/ou

des casiers voisins lors des pleines mers de vives-eaux surtout en saison de pluie, (ii) fluctuation importante de la lame d'eau aussi bien entre les casiers qu'à l'intérieur du même casier.

### Contrôle de la lame d'eau

Au cours de l'année, la hauteur de la lame d'eau varie d'abord en fonction du coefficient de la marée, auquel s'ajoute, à partir de mi-mai, l'influence grandissante des précipitations qui culminent en août (*figures 2 et 3*).

Avant la mise en culture on observe deux séries de maxima :

- des pics d'environ 30 cm d'eau associés aux marées de 3,5 m de début des mois d'avril, mai, juin, juillet et août.
- des maxima de 40 à 50 cm au milieu des mois d'avril, mai, juin et même de plus de 60 cm en mi-juillet à cause de l'intensification des pluies.

Inversement, aux marées de mortes-eaux, les casiers se vident progressivement. Ils ne conservent qu'une mince lame d'eau de moins de 10 cm en raison : (i) de l'impossibilité de réadmettre quotidiennement la marée lorsque le coefficient est inférieur à 3 m, (ii) des fuites au niveau des digues et (iii) de l'évaporation intense en saison sèche. Toutefois les sols conservent toujours un taux d'humidité suffisant pour empêcher le déclenchement du processus sulfaté acide.

Cette dynamique s'observe de façon presque identique dans les trois casiers, les perturbations enregistrées étant de même nature à savoir la vidange des casiers pour le labour et l'apparition de grandes brèches dont le colmatage prend du temps (3-4 jours en moyenne).

Pendant la saison de culture, l'objectif est de maintenir une lame d'eau douce dont l'épaisseur varie suivant les différentes phases végétatives du riz. Ainsi, après le repiquage le riz étant de petite taille, une lame d'eau de 5 cm est suffisante et doit être maintenue jusqu'à fin du tallage. À partir de l'initiation paniculaire (mi-septembre) jusqu'à la maturité, une plus grande quantité d'eau doit être stockée pour assurer les besoins en eau de la plante lorsque l'intensité des pluies commence à baisser. Il faut éviter les stress hydriques tout en se gardant d'utiliser prématurément la réserve du barrage compte tenu du risque de sécheresse prolongée en fin de cycle.

Par ailleurs, nous constatons que la lame d'eau a atteint 60 cm en août et septembre. Ceci correspond aux fortes marées associées à une pluviométrie particulièrement abondante cette année, avec une valeur cumulée de 4 m au 20 octobre (*figure 3*). Or cette période coïncidait avec la phase de tallage du riz qui nécessite une lame d'eau minimale (5 cm). À partir de la dernière décade de septembre, la submersion des casiers fut moins sévère et la lame d'eau se maintint à un niveau favorable à la croissance de la plante, entre 15 et 30 cm respectivement aux mortes et vives-eaux.

En cours de journée, des observations ponctuelles ont révélé des fluctuations importantes de la lame d'eau atteignant 60 cm le matin à la pleine mer et 5 cm en mi-journée à la basse mer. Ces

**Figure 1 -** Topographie des trois casiers de suivi de la lame d'eau, du sol et du riz  
**Figure 1 -** Topography of three compartments selected for water level, soil and rice monitoring

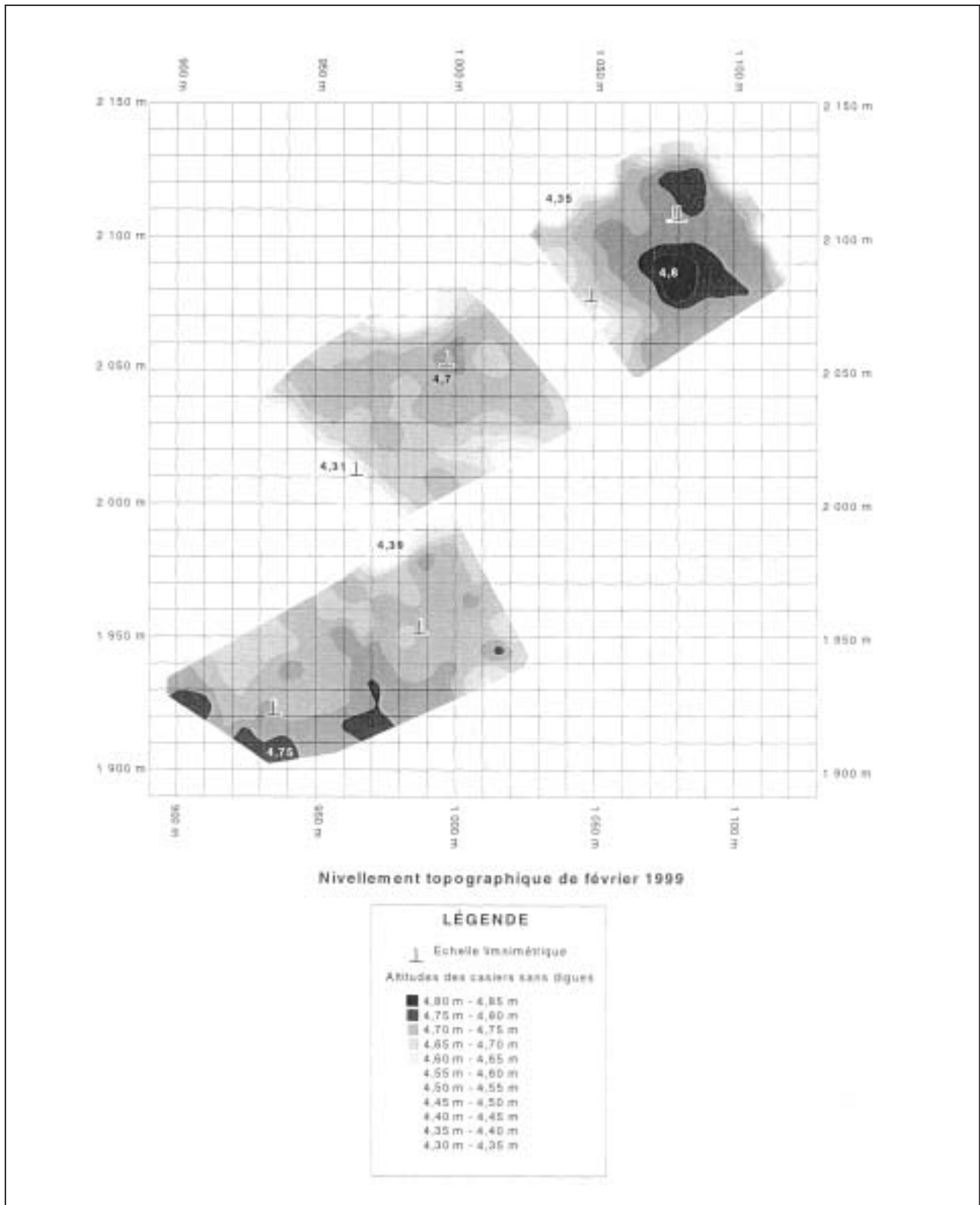
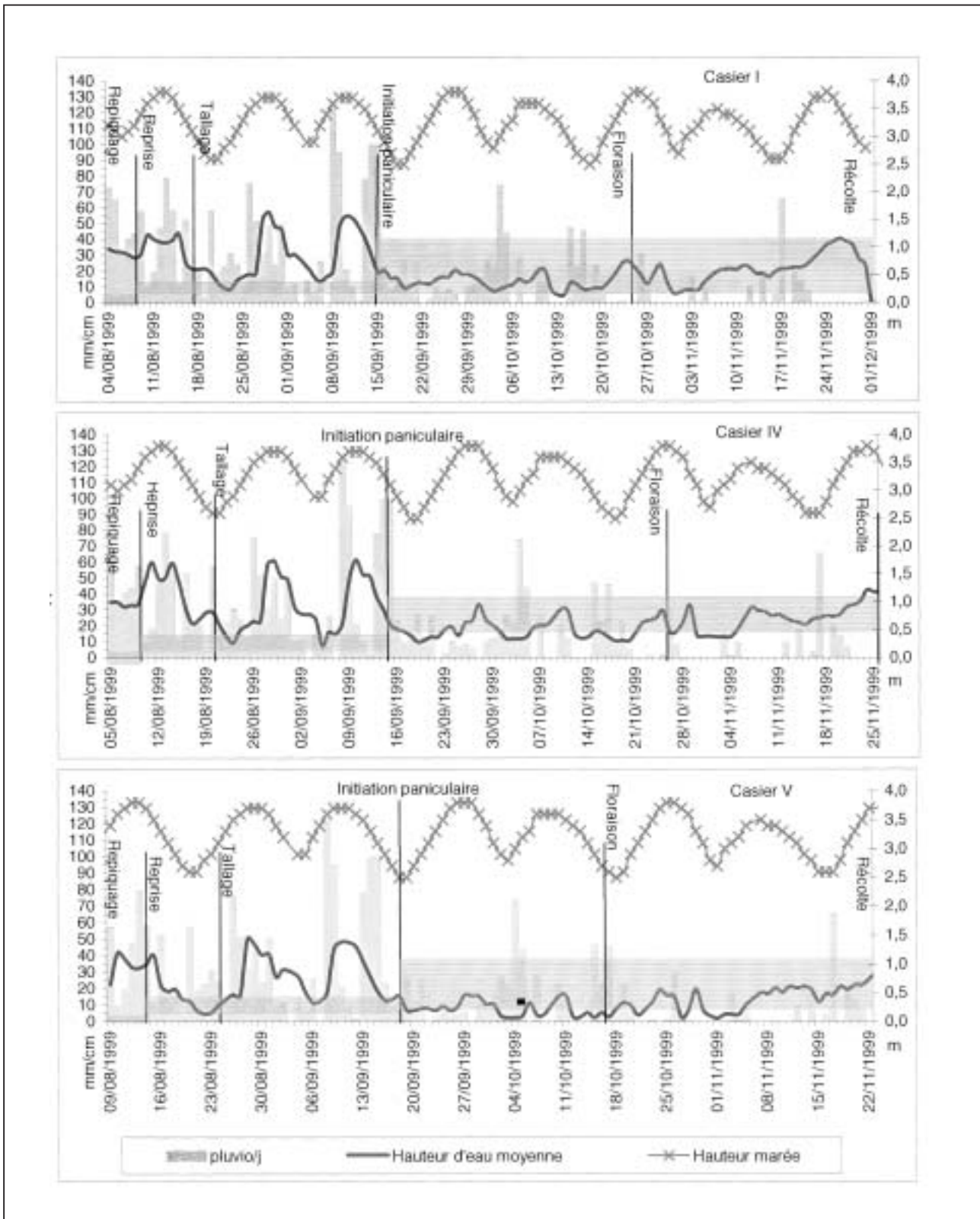
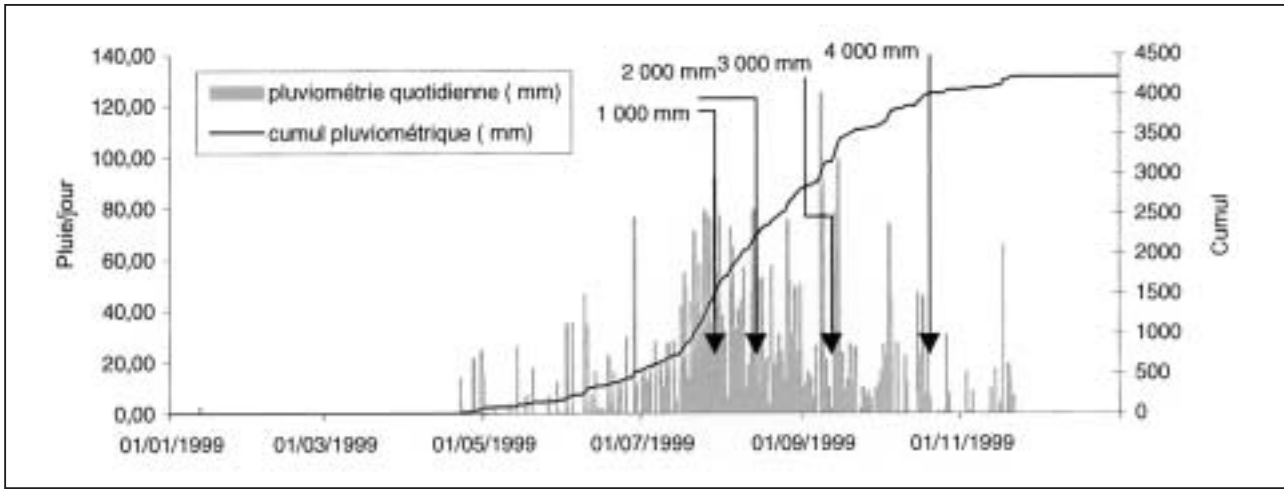


Figure 2 - Situation de la lame d'eau en période culturale dans les casiers I, IV et V

Figure 2 - Situation of water level in the rice plots I, IV, V during the cultural season



**Figure 3 -** Cumul pluviométrique 1999 de la station de Coyah  
**Figure 3 -** Cumuled rainfall in the Coyah station (1999)



extrêmes résultent du fonctionnement imparfait des vannes et des fuites au niveau des trous de crabes dans les digues. En outre le planage des casiers étant imparfait, les cuvettes restent submergées lorsque le casier est vidangé, alors que les parties hautes sont exondées. De telles fluctuations quotidiennes dans les casiers ne favorisent pas à l'évidence une croissance optimale de la plante.

Ces résultats posent la question de la possibilité d'assurer une progression des rendements en paddy, notamment par une meilleure maîtrise des fluctuations de la hauteur de la lame d'eau constatées dans les casiers. Actuellement on observe une hausse de rendement, mais il faut noter que la productivité de ces terres était dérisoire au départ. Pour garantir un accroissement soutenu du rendement, il est nécessaire de mieux gérer l'eau à la parcelle, sans exclure la possibilité d'atténuer l'effet des stress hydriques par le choix de variétés adaptées, s'il en existe.

## RÉSULTATS AGRONOMIQUES

### Élaboration du rendement

Les terres récupérées par l'aménagement ont connu des périodes de mise en valeur et d'abandon après la manifestation du processus sulfaté acide. La réadmission de l'eau de mer a permis de rétablir un pH optimal pour la croissance du riz et le casierage d'améliorer la gestion de la lame d'eau. Dans ces conditions, un essai de fertilisation s'imposait comme complément aux efforts d'accroissement des rendements en paddy. Cette opération a été réalisée au cours de la deuxième campagne agricole (1998-1999).

En se basant sur les résultats d'essais de fumure minérale réalisés dans différents sites de la région, une association de fumure

azotée et phosphatée a été programmée. Les essais de fumure potassique se sont toujours révélés non significatifs car les vasières sont constituées d'argiles riches en potassium. Les résultats d'analyse d'échantillons moyens de sol (système Hach sur DR-2010) se caractérisent par une grande variabilité spatiale (tableau 4). Si tous les échantillons affichent un pH optimal pour la croissance du riz, les teneurs en matière organique varient de 1,38 à 5,10 % au sein du casier étudié (6935 m<sup>2</sup>). Cette variabilité spatiale affecte également les teneurs en éléments nutritifs (NPK) et le rendement. Les plants sont plus luxuriants près des diguettes qu'au centre, suggérant l'existence de problèmes de fertilité du sol de nature chimique et/ou physique qu'il convient d'élucider.

À partir de blocs complets randomisés, nous avons testé la possibilité d'accroître le rendement par apport d'azote et de phosphore en complément des stocks reconstitués par la jachère et grâce à la réadmission de l'eau de mer (tableau 5).

Les paramètres statistiques de l'essai, coefficient de variation (CV %), écartype (ET) et puissance ne sont précis que pour les variables « hauteur » des plants et « poids de 1000 grains ». L'absence de classement, pour ces deux variables, indique qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements.

En s'appuyant sur la hauteur des plants qui est un bon indicateur de la croissance de la plante (Barry, 1996), on peut considérer que l'engrais apporté n'a pas eu d'effet sur le rendement.

Ainsi, l'essai de fumure minérale dans le polder est globalement non significatif. Ces résultats décevants sont probablement dus non pas à une fertilité initiale suffisante, mais à la difficulté de gérer la lame d'eau dont on a évoqué les fluctuations journalières importantes et dont on connaît le rôle majeur dans la mobilisation des éléments nutritifs pour la plante. Des résultats comparables ont été obtenus par d'autres chercheurs dans les rizières de mangrove (Harza, 1969, Onader, 1981, 1982 et 1984).



**Tableau 4** - Résultats d'analyses du sol sur le site d'une parcelle fertilisée**Table 4** - Results of the soil analysis of a fertilised plot

N°	Matière organique %	N %	P mg.kg <sup>-1</sup>	K cmol.kg <sup>-1</sup>	pH <i>in situ</i>
1	3,5	0,10	14	0,17	6,1
2	2,1	0,07	8	0,19	5,9
3	3,7	0,11	23	0,18	5,7
4	2,1	0,06	28	0,26	6,0
5	2,9	0,08	42	0,54	5,7
6	5,1	0,12	31	0,20	5,9
7	1,6	0,03	27	0,27	5,3
8	3,1	0,09	32	0,27	5,7
9	1,4	0,03	29	0,25	5,7
10	2,2	0,07	25	0,33	6,0

**Tableau 5** - Facteurs d'élaboration du rendement en parcelles fertilisées**Table 5** - Yield development factors in fertilised plots

N°	Traitements	Hauteur des plants cm	Nombre de panicules/m <sup>2</sup>	Nombre de grains/panicule	Taux de stérilité %	Poids 1000 grains g	Rendement kg.ha <sup>-1</sup>
1	Témoin	98	84	440	18	32	1783
2	T1	91	102	471	18	32	1714
3	T2	98	95	396	35	29	1905
4	T3	93	101	424	31	27	1818
5	T4	94	133	433	20	28	1844
6	T5	101	100	405	35	28	1713
7	T6	113	96	418	38	26	2095
	Moyenne	98,3	102	427	28	29	1839
	CV, %	3,7	14	14,7	28	6,3	12,6
	ETR	3,66	14,26	62,7	7,85	1,8	2,3
	Puissance	99	92	38	94	95	61

T0: Témoin sans engrais;

T1: 100 kg de superphosphate triple.ha<sup>-1</sup> au repiquage;

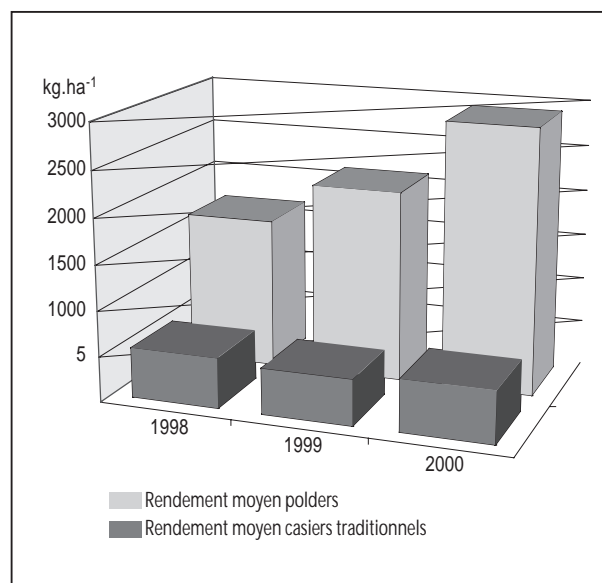
T2: 50 kg d'urée.ha<sup>-1</sup> au repiquage;

T3: 100 kg de superphosphate triple.ha<sup>-1</sup> + 50 kg.ha<sup>-1</sup> d'urée au repiquage;

T4: 100 kg de superphosphate triple.ha<sup>-1</sup> au repiquage + 50 kg d'urée.ha<sup>-1</sup> 40 jours après repiquage;

T5: 50 kg d'urée.ha<sup>-1</sup> 40 jours après repiquage;

T6: 50 kg d'urée.ha<sup>-1</sup> au repiquage + 50 kg d'urée.ha<sup>-1</sup> 40 jours après repiquage.

**Figure 4** - Rendements comparés dans les rizières de Yangoyah**Figure 4** - Compared yields in the different rice fields of Yangoyah

L'amélioration de la gestion de l'eau à la parcelle reste donc l'objectif prioritaire, et est conditionnée à la fois par la stabilisation des aménagements et le planage des casiers. La voie à suivre pour améliorer le rendement consiste à réaliser le labour en saison sèche de manière à disposer de plus de temps à consacrer au planage et au repiquage, sans compter que le labour de saison sèche favorise le piégeage de la vase marine fertilisante. Les résultats préliminaires sont déjà concluants car les casiers sont mieux planés et le repiquage est réalisé dans les délais.

### Planification des itinéraires techniques

L'amélioration à apporter en priorité concerne le repiquage. Dans la pratique paysanne, toutes les pépinières du village sont semées au début du mois de juillet. Or le repiquage s'échelonne sur tout le mois d'août en fonction de la disponibilité en main d'œuvre, la pratique de l'entraide étant la solution la plus courante de sorte que le repiquage se fait à tour de rôle par famille. Le résultat est que si les premiers bénéficiaires peuvent respecter l'âge optimal des plants au repiquage (30-40 jours), les derniers casiers reçoivent des plants vieux de plus de 60 jours, parfois en phase de montaison. Les effets négatifs de ce retard sur le rendement sont connus et la solution la plus simple est d'échelonner les semis dans la pépinière de manière à toujours disposer de plants d'âge optimal pour le repiquage pendant toute la durée de l'opération.

Au cours de la troisième campagne les semis ont été échelonnés sur cinq dates, du 1<sup>er</sup> au 13 juillet. Cet étalement des dates de semis a permis de repiquer des plants de 31 jours et de 38 jours. En outre, tous les casiers ont été repiqués le même jour ou, s'il est grand, en deux jours au maximum, ce qui a permis d'uniformiser la croissance des plants. C'est une amélioration par rapport à la pratique habituelle dans la région, où il est courant de voir dans le même casier du riz en montaison à côté de plants en floraison avec toutes les conséquences sur le rendement et la planification des travaux de récolte et post-récolte.

Au total, en combinant la gestion de l'eau douce et de l'eau de mer au cours des trois campagnes de 1998, 1999 et 2000, nous avons pu comparer l'évolution des rendements du polder à ceux des casiers traditionnels (figure 4).

Ainsi, par rapport à la première année, les rendements dans le polder ont augmenté de 27 % la deuxième année et de 75 % la troisième. Par contre, les casiers traditionnels n'ont connu aucune amélioration significative, leur rendement oscillant toujours autour de 500 kg.ha<sup>-1</sup>. Cette progression des rendements peut, cependant, plafonner à terme si la gestion de l'eau n'est pas optimisée et les contraintes édaphiques identifiées et maîtrisées.

Par ailleurs, l'amélioration de la gestion de l'eau a permis de tester la faisabilité de la pisciculture de *Tilapia* pour augmenter la productivité des casiers.

### La pisciculture, une production complémentaire

L'avantage d'une gestion alternée de l'eau douce et de l'eau de mer permet de combiner la culture du riz et la pisciculture (rizipisciculture). Cette pratique est très répandue en Asie. La rizière inondée est un écosystème riche et propice à la productivité aquatique et, même dans les rizières non empoissonnées, on retrouve des poissons endémiques et des organismes aquatiques qui se développent de façon spontanée. De nombreuses études s'accordent sur les avantages de la rizipisciculture. Toutefois cette pratique induit des contraintes supplémentaires à celles de la riziculture.

Nous donnons ci-après les résultats des deux premières campagnes (Hem, 2002). Dans ce type de milieu la pisciculture intégrée à la culture du riz dans le polder est une activité dont la réalisation est simple et facilement envisageable localement. La récolte des poissons est un complément alimentaire non négligeable pour la population locale.

Le rendement mesuré est de l'ordre de 500 kg.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>. Il s'agit d'un rendement de base obtenu sans intervention majeure, c'est-à-dire sans empoissonnement initial ni apport de nourriture aux poissons. L'entrée des poissons s'effectue naturellement par des mouvements des marées. C'est un rendement élevé car dans la même condition d'expérience en Guinée forestière, on n'obtient que 300 kg.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup> de poissons. Cette potentialité confirme la richesse de l'écosystème mangrove qui s'explique par la forte charge en matière organique et en sels nutritifs des eaux côtières. L'espèce de poisson qui prédomine dans ce système de production est le *Sarotherodon melanotheron*. C'est une espèce de Cichlidae endémique euryhaline spécifique des milieux saumâtres. Elle représente 72 % de la biomasse récoltée. Parmi les espèces accompagnatrices, les crevettes *Peaneus duorarum*, qui ne représentent que 5 % en biomasse de la capture, rapportent plus de 30 % en valeur monétaire. Le contrôle de la hauteur de la lame d'eau est le point essentiel qui conditionne la réussite de la rizipisciculture dans les polders des mangroves.

En résumé la rizipisciculture apporte une source de protéines animales et contribue à l'amélioration des revenus de la population rurale. Cette production nécessite peu d'investissement sans empoissonnement en alevins. L'augmentation du rendement apparaît possible si on procède à un empoissonnement préalable et à un nourrissage avec du son de riz.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

### Conditions de réhabilitation du polder

Au terme de trois ans d'efforts de réhabilitation et de consolidation dans le périmètre de Yangoyah, la problématique de la mise en valeur des sols sulfatés acides de Guinée Maritime a connu une évolution encourageante, en terme de sédentarisation et d'intensifica-

tion. Les aménagements sont de plus en plus viables, sachant qu'ils ont nécessité un suivi permanent pour diagnostiquer les imperfections dues à la complexité des dynamiques qui caractérisent le milieu et tester des solutions à faible coût monétaire, mais exigeantes en main d'œuvre.

En terme de gestion de l'eau, une amélioration significative a été enregistrée par rapport à la situation des rizières traditionnelles caractérisées par l'insécurité vis-à-vis de la salinité, de l'acidité et des risques de stress hydrique (déficit ou excès) pour la plante.

Du point de vue agronomique, des améliorations importantes ont été enregistrées avec une augmentation soutenue de la productivité des terres comparativement aux casiers traditionnels et également d'une année à l'autre à l'intérieur du périmètre expérimental. Cependant, il paraît improbable que cette augmentation puisse continuer si la lame d'eau n'est pas gérée plus finement à la parcelle, comme le prouvent les résultats décevants de l'essai de fumure minérale.

Les gains inter-annuels de rendement sont à mettre au compte des améliorations des pratiques culturales, notamment le planage qui améliore la gestion de l'eau, l'échelonnement de la date de semis qui permet de repiquer des plants d'âge optimal et le respect plus rigoureux d'un calendrier agricole.

L'amélioration de la gestion hydrique a permis de tester l'introduction de la pisciculture qui, après vulgarisation, contribuera à régler le déficit en poisson dans le village de Yangoyah. Cependant, cette pratique est très exigeante en matière de gestion de l'eau pour garantir l'étanchéité des casiers, indispensable à une croissance normale des poissons.

## Vulgarisation du modèle

La question de la vulgarisation du polder reste à étudier car, même si la population apprécie les résultats obtenus, on ne dispose pas encore de données socio-économiques indiquant comment la gestion de ce modèle d'aménagement pourra s'insérer dans le calendrier pluri-actif du monde rural en lui conservant les équilibres économiques précaires qui le caractérisent.

Au total, nous avons cependant pu apprécier l'évolution, incontestablement positive, de la perception de notre démarche chez les paysans de Yangoyah. Au départ, ils n'ont pu cacher leur scepticisme sur nos chances de succès, en rapport surtout avec l'idée de réadmission de l'eau de mer. Toutefois, dès les premiers résultats le changement d'attitude a été perceptible. Au terme de la troisième année, l'adhésion au modèle était unanime chez les paysans. Cette évolution prouve que le modèle suscite l'intérêt des paysans qui demandent avec insistance son extension chaque fois que le polder fait l'objet de visite de chercheurs et/ou de bailleurs de fonds. Cette demande a été faite de façon formelle par les paysans lors de la « journée au champ » organisée en 2001 au moment de la récolte. Au nombre des participants, outre les chercheurs opérant en milieu littoral, figuraient plusieurs bailleurs de fonds et un organisme de crédit rural.

Un autre aspect de la vulgarisation du modèle est lié au problè-

me du coût de l'aménagement. Il faut préciser que le cas du polder diffère des cas habituellement observés en Guinée Maritime. Alors que la pratique courante des projets de développement se limite à la réalisation des aménagements primaires, les paysans ayant à charge l'aménagement interne du périmètre, le modèle Yangoyah livre un aménagement finalisé. De plus, il a été estimé que les frais annuels d'entretien du périmètre correspondent à 500 kg de paddy.ha<sup>-1</sup> pendant les premières années et certainement moins plus tard grâce à la stabilisation des digues et des vannes. Finalement, le polder peut se révéler un des modèles d'aménagement les moins onéreux.

Enfin, l'aménagement et l'entretien demeurent une entreprise exigeante en main d'œuvre, nécessitant un supplément de travail de la part de paysans pluri-actifs. L'expérience a montré qu'il est possible de mieux organiser l'emploi du temps des acteurs qui ont démontré leur engagement en faveur de l'intensification en acceptant des modifications comme le labour de saison sèche. A notre avis, la motivation des exploitants sera toujours proportionnelle à la possibilité d'accroître le rendement sans négliger les autres opportunités générées par le polder.

Aujourd'hui, indépendamment de la production rizicole, le paysan appréhende d'une façon beaucoup plus globale les bénéfices générés par ce type d'aménagement. Ainsi, outre la pisciculture déjà évoquée, le maraîchage, culture de rente, s'est développé autour de la retenue d'eau. L'aménagement a par ailleurs permis de rétablir le transport par pirogue dans l'estuaire rendant le village beaucoup plus accessible pour l'écoulement des produits de cueillette (oranges, mangues...), du sel, du bois de palétuviers... et la pratique de la pêche dans l'estuaire. Ces résultats importants et inattendus méritent qu'à l'avenir une approche beaucoup plus systémique soit utilisée pour évaluer l'impact de ces aménagements.

## Possibilités d'extension locale et régionale du modèle

Enfin se pose la question de potentialités d'extension du modèle. Nous avons réalisé, grâce aux acquis de l'Atlas info géographique de la Guinée maritime (2000) la carte des sites aménageables de la digitale de Yangoyah, avec toutes les données sur les villages, le réseau hydrographique, les pistes d'accès... Nous pouvons ainsi montrer qu'il existe dans cette vallée un potentiel de 307 ha de terres aménageables intéressantes au moins une quinzaine de villages riverains et 335 ha d'aires de mangrove qu'il est préférable de protéger pour assurer l'équilibre de l'écosystème (*figure 5*).

Sur le plan régional, nous pensons que la faisabilité de ce type d'aménagement dépend en partie de la morphologie des plaines de mangrove, mais surtout des conditions de marnage et de pluviométrie. Si le modèle a été testé dans une plaine de forme digitée au contact avec le plateau côtier, il peut également être adapté à d'autres configurations, pourvu que les conditions de submersion marine et de dessalement soient remplies. Les données générales disponibles sur la région des Rivières du sud permettent de penser que

les limites d'extension de ce type d'aménagement se situent entre le sud de la Guinée Bissau et le nord de la Sierra Léone, incluant toute la mangrove guinéenne. Au nord de cet espace, c'est-à-dire en zone pré-sahélienne, la disponibilité en eau douce devient une contrainte insurmontable.

## BIBLIOGRAPHIE

- Barry M.B., 1996 - Organisation du travail et diagnostic agronomique en riziculture de mangrove, plaine de Menkinè, Guinée Maritime. Mémoire ESAT/CNEARC, Montpellier. 87 p.
- HARZA, 1969 - Etude d'un programme d'aménagement hydro-agricole des terres riziculturables de la Basse Guinée. Rapport final, Volume V.
- Hem S., 2002 - Pisciculture extensive en Guinée (Modèle de développement intégré et de rizipisciculture). Rapport Final, IRD Conakry.
- ONADER, 1981 - Opération Nationale pour le Développement de la Riziculture. Recherche appliquée, pp. 24 - 27.
- ONADER, 1982 - Opération Nationale pour le Développement de la Riziculture. Recherche appliquée, p. 40.
- ONADER, 1984 - Opération Nationale pour le Développement de la Riziculture. Recherche appliquée, p. 29.
- Sow M., 2002 - Aménagement des sols de mangrove: cas du périmètre de Yangoyah (Guinée). 14 pp. Dans Etude et gestion des Sols (ce volume).

**Figure 5** - Potentialités d'aménagement selon le modèle du polder expérimental de la vallée du Yangoyah.

**Figure 5** - Water management perspectives in the Yangoyah valley using the experimental polder model.

