

Amélioration de la fertilité des rizières de Basse-Casamance (Sénégal) en relation avec la gestion des eaux de ruissellement d'un bassin versant : premiers résultats et perspectives

A. DOBOS¹, F. MANKEUR¹, J.P. MONTOROI²

1. ISRA, BP 34, Djibelor-Ziguinchor, Sénégal

2. ORSTOM, BP 1386, Dakar, Sénégal

La Casamance, soumise à un climat favorable, a très tôt été l'objet d'un intérêt particulier en matière agricole. Pour exprimer ses fortes potentialités et développer une agriculture plus productive, l'aménagement de l'espace devient impératif. Cet objectif est à l'origine de la mise en valeur des terres occupées par la mangrove, où se pratique la riziculture "salée". Des terres vierges, susceptibles d'être défrichées, ne posaient pas de problèmes fonciers particuliers.

Les paysans diolas, occupant ces terres hostiles, ont parfaitement su maîtriser l'eau pour rendre productive des vasières difficiles à travailler [1]. Les casiers rizicoles, aménagés savamment, sont cantonnés près des villages. La récolte suffit à la subsistance de ces populations. Les surplus sont stockés soit en prévision de mauvaises années, soit pour les fêtes villageoises et les échanges commerciaux. La mangrove apporte en complément d'autres ressources.

Les besoins en riz se faisant de plus en plus sentir au niveau national, une politique de mise en valeur rationnelle de ces terres a été mise en œuvre au lendemain de l'indépendance du pays.

Dans un premier temps, il s'est agi de reprendre les méthodes traditionnelles à une plus grande échelle et d'y adjoindre des techniques plus performantes, en particulier en matière de drainage, afin de provoquer un meilleur dessalement du sol. Cette expérience, réalisée durant la période 1963-1975, s'est malheureusement soldée par un échec à cause de la non-connaissance des processus d'acidification de ces sols [2].

Les années 80 ont vu la situation climatique empirer. Les petites vallées qui se ramifient dans le plateau continental se sont rapidement dégradées. Pour enrayer l'avancée inexorable des eaux salées, les populations ont entrepris l'édification de petites digues antisel avec un appui financier extérieur. Un ouvrage bétonné muni d'un dispositif d'ouverture permet le stockage des eaux de ruissellement et l'évacuation des eaux lessivant les sols salés en début de saison des pluies [3]. Le PIDAC (Projet intégré de développement agricole en Casamance) a été chargé de la construction et du suivi de 25 petits ouvrages de ce type, situés tous en Basse-Casamance. Ils viennent s'ajouter à d'autres ouvrages réalisés par la mission chinoise et les organisations non gouvernementales. C'est dans le cadre de ces aménagements qu'a été construite la digue antisel de Djilakoun en 1983-1984.

Au début du programme, en 1988, il a été conçu une amélioration technique du barrage antisel pour permettre une évacuation rapide des eaux les plus chargées en sel [4-5]. Les paysans ayant abandonné l'agriculture dans cette vallée depuis plus d'une dizaine d'années, il fallait refaire des aménagements pour les expérimentations agronomiques. Trois casiers rizicoles ont été mis en place pour tester l'effet de la gestion du barrage sur le dessalement des sols et sur la production agricole. Le premier casier a été un aménagement traditionnel avec comme objectif l'étude de la possibilité de réintroduire la riziculture suivant les techniques culturales pratiquées dans la région [6-8]. Les deux autres casiers ont cherché à tester des alternatives techniques pour une intensification de cette production, tout en respectant les contraintes du système de production. Cette communication se propose de présenter les résultats agronomiques obtenus sur ces derniers casiers. La figure 1 montre l'emplacement de ces différents aménagements ainsi que les principales infrastructures présentes sur le bassin de Djiguinoum.

Les contraintes de la production du riz

Les contraintes naturelles de la production rizicole dans les bas-fonds de Casamance sont l'eau, le sol et le matériel végétal.

Il n'y a pas de réserves naturelles importantes en eau douce. Celle-ci ne provient que des pluies, pendant une saison qui s'est raccourcie considérablement (3 à 4 mois) durant la période actuelle de sécheresse. La riziculture nécessite une alimentation régulière en eau douce. Le stockage des eaux pluviales par un barrage et la gestion du niveau de l'eau dans les parcelles cultivées en riz sont devenus indispensables.

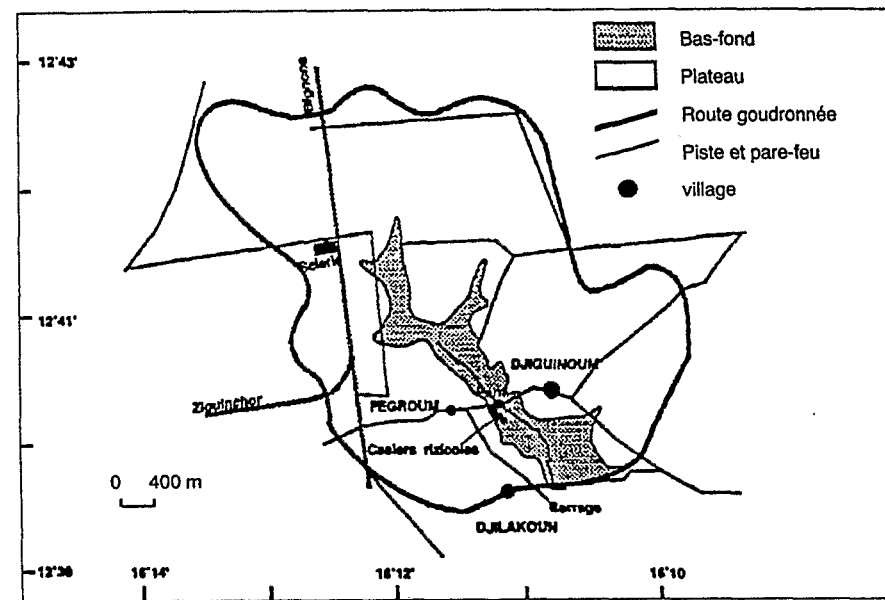


Figure 1. Aménagement et infrastructure du bassin versant de Djiguinoum (d'après [4]).

Les sols salins et acides constituent le deuxième obstacle majeur à surmonter. La salinité est entretenue par les eaux marines, la fonction antisel du barrage n'empêchant cependant pas les intrusions *via* la nappe. L'acidité, présente dans ces sols par suite de leur exondation durant une grande partie de la saison sèche, engendre dans le milieu des éléments solubles, toxiques pour les plantes. La stérilisation de ces terres a entraîné l'abandon de la culture de riz en zone salée. La reconstitution de la fertilité de ces sols nécessite de diminuer leur degré de salinité par un lessivage approprié et de neutraliser l'acidité par des amendements organiques et/ou minéraux raisonnés. Dans les années 70, avant que les effets de la sécheresse ne se fassent trop désastreux, de nombreuses études ont porté sur l'amélioration de la fertilité et de la lutte contre la salinisation des terres [9-15]. Plus récemment, l'effet des amendements sur la production de riz a été démontré en casés lysimétriques [16].

Un troisième obstacle réside dans la capacité limitée des végétaux à supporter un milieu agressif. Le végétal doit supporter pendant son cycle végétatif une variabilité de la pluviométrie plus importante qui favorise les possibilités de stress hydrique et chimique. La sélection de variétés tolérantes est une alternative prometteuse si ces variétés, une fois testées au champ, sont largement diffusées auprès des populations rurales.

Les contraintes socio-économiques actuelles sont également à prendre en considération pour que la riziculture reprenne la place qui était la sienne dans le système de production [17].

Dispositif et protocole expérimentaux

Pour lutter contre ces contraintes, deux itinéraires ont été empruntés :

- la recherche de techniques culturales simples pour tester et confirmer l'impact de la gestion hydraulique du barrage antisel ;
- la recherche de solutions améliorant les propriétés physico-chimiques des sols sulfatés acides.

Le modèle en micro-cuvettes a été adopté pour tester différentes combinaisons d'apports organiques et minéraux. La mise en place des essais a été effective en 1990. Une seule variété a été testée. Le dispositif a également fonctionné en 1991 [7, 8, 18, 19].

Description des micro-cuvettes

Deux modules expérimentaux ont été construits en aval du casier traditionnel. Il s'agit de micro-cuvettes construites en forme d'hexagone (de 25 m de côté extérieur et de 19 m de côté intérieur) et d'une superficie cultivable de 1 875 m². C'est une variante améliorée du "micro-polder Diola" composé d'un canal de ceinture et d'une digue périphérique (figure 2). L'hexagone, ainsi délimité, est divisé en trois parcelles ou blocs (A, B et C) en forme de parallélogramme, facilement divisables, suivant les sujets ou expérimentations demandés (billonnage, culture à plat, amendements organiques et/ou minéraux, variétés tolérantes au sel, aux toxines et à l'acidité, etc.). Chaque parcelle a une superficie de 625 m².

Le déversoir de la micro-cuvette, raccordé au canal de ceinture, permet le drainage en début et en fin de saison des pluies.

Le dispositif, étant situé au creux profond de la vallée, est entièrement submergé pendant trois à quatre mois de l'année (août, septembre, octobre et novembre). Le dessèchement total intervient en novembre et décembre pour une durée de huit mois.

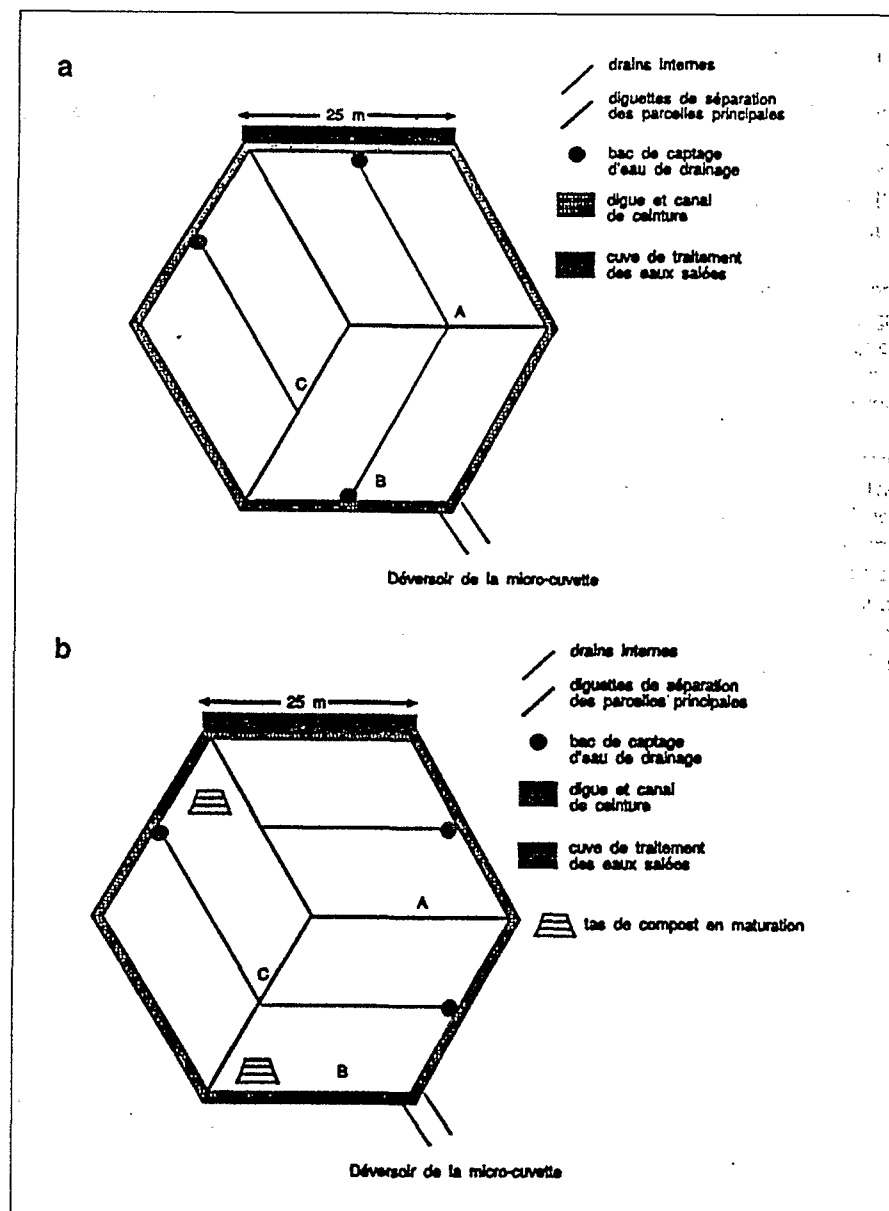
Dans la partie la plus basse de chaque parcelle, un bac de captage d'eau de drainage permet de concentrer les sels dans une partie de la parcelle. Il s'agit d'une cuve enterrée d'environ 60 l devant servir à l'échantillonnage des eaux. En 1990, ce dispositif, initialement prévu, n'a pas été installé. Il sera mis en place pour des aménagements ultérieurs.

Sur un des côtés de l'hexagone, une tranchée a été creusée pour servir de cuve de traitement des eaux salées. Après les premières pluies, la moquette, humectée par les eaux de ruissellement, est mélangée aux divers amendements afin de neutraliser les éléments toxiques. Ce mélange est ensuite épandu sur la surface des parcelles au moment de la préparation du sol.

Dans le premier module, des billons ont été installés dans les parcelles à la façon Diola. Dans le second module, les parcelles ont été traitées pour une culture à plat du riz.

Protocoles des essais agronomiques

Ils se distinguent par le type de préparation du sol (culture en billons ou à plat) et par la nature de l'amendement (uniquement minéral pour celui cultivé en billons, minéral et orga-



– Pour la micro-cuvette cultivée en billons, les trois parcelles A, B et C, dont la superficie est de 625 m², ont reçu les traitements suivants (figure 2) :

A : chaux agricole à 300 kg/ha (18 750 kg/parcelle) ;

B : chaux agricole à 300 kg/ha + phosphate tricalcique à 100 kg/ha (6 250kg/parcelle) ;

C : phosphogypse à 1 300 kg/ha (81 250 kg/parcelle) ;

Une parcelle témoin, située en dehors du casier, n'a reçu aucun apport.

– Pour la micro-cuvette cultivée à plat, le protocole est identique pour ce qui concerne l'amendement minéral, mais diffère par l'introduction d'une composante organique.

La paille est un sous-produit peu valorisé en agriculture traditionnelle. On la brûle généralement avant les travaux de mise en valeur. Les dégâts causés par les feux de brousse sont connus comme les avantages de l'amendement organique dans la reconstitution, l'amélioration et le maintien de la fertilité du sol. L'exportation de la paille pour l'alimentation du bétail et la production de fumier ou compost nécessitent des travaux supplémentaires et des manutentions coûteuses. Son utilisation directe sur place comme amendement organique permet de réduire les coûts de sa valorisation à un niveau économiquement favorable.

Cet apport organique est constitué par les pailles des cypéracées présentes naturellement sur le site. Celles-ci sont brûlées, déchiquetées sur place ou bien utilisées pour préparer du compost. Les combinaisons minérales et organiques sont présentées dans le tableau I. Elles ont été appliquées sur des sous-parcelles.

Tableau I. Amendements de la micro-cuvette cultivée à plat.

Parcelle	Amendement (minéral)	Quantités apportées	Paille
A 1	chaux	9 375 kg	brûlée
B 2			déchiquetée
B 3	chaux	9 375 kg	déchiquetée
B 4	+ phosphate tricalcique	+ 3 125 kg	en terre + mise en compost
C 5	phosphogypse	40 625 kg	déchiquetée

Le système de culture

Calendrier cultural

Les deux micro-cuvettes ont été construites en mars et en juin 1990, à environ 100 m en aval de la piste Ziguinchor-Koubalan.

Quel que soit le mode de préparation du sol (culture à plat ou en billons), le calendrier cultural adopté en 1990 est identique (tableau II).

Tableau II. Calendrier cultural sur micro-cuvettes.

Pratiques culturales	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Travail du sol	* (27/6 au 4/7)						
Pépinières		* (18/7) ... (18/7)					
Amendement	*						
Repiquage				* (23/8)			
Surveillance et entretien				*			
Récolte						* (24/11 au 3-4/12)	

Techniques culturales

Travail du sol

Il se fait à l'aide d'un instrument aratoire local : le kayendo. Cet outil est particulièrement efficace dans les sols lourds encore bien humides. Il sert aussi bien à élever les digues de protection des parcelles cultivées qu'à effectuer les travaux de préparation du sol proprement dits. Le paysan diola, riziculteur par tradition, a pris l'habitude de cultiver en billonnant la surface du sol. Les raisons principales sont de permettre

sol au moment le plus propice et les pailles enfouies peuvent se décomposer lentement jusqu'à ce que le sol soit totalement desséché. La nature même de ce sol fait qu'en se desséchant il se rétracte de façon considérable. Les billons se structurent en mottes, celles-ci se recouvrant d'une couche poudreuse salée. Les digues nécessitent un compactage important pour éviter les risques de fissuration.

Entre chaque campagne, les digues et diguettes sont réhaussées et remises en état.

Les aménagements à l'intérieur du module (drains, renforcement de la diguette périphérique) se sont déroulés à la même période que les travaux de billonnage.

L'utilisation du kayendo est un travail difficile qui ne peut être réalisé que par les hommes. Cette main-d'œuvre est de moins en moins disponible et la période pour retourner le sol est courte. Aussi a-t-on essayé de tester le travail à plat sans retournement du sol, cette pratique laissant la couche salée en surface.

Amendement

Les amendements minéraux sont apportés au moment des travaux de préparation du sol. Le déchiquetage de la paille, préconisé dans l'essai à plat, a été réalisé lorsque le sol a été suffisamment humecté par les premières pluies. Les conditions idéales sont, comme pour le billonnage, de pratiquer cette opération après la récolte pour faciliter sa décomposition. Des observations ont montré que l'épaisseur de la couche de paille, initialement de 15 à 20 cm, est ramené à environ 8 cm après déchiquetage. Sur les parcelles B4 et C6, le poids de paille utilisée pour le compostage est respectivement de 172,7 kg (soit environ 5,8 t/ha) et de 215,75 kg (soit environ 7,2 t/ha).

Mise en place de la pépinière

La pépinière se situe à Fegroum, sur un sol beige de plateau billonné, et n'a reçu aucun amendement particulier. La variété Rock 5, présentant un bon potentiel, a été utilisée.

Désherbage et repiquage

Cette phase particulièrement pénible est le fruit du labeur des femmes diolas. Elles procèdent selon un rituel ponctué par des chants entraînants. Les plants, issus de la pépinière, sont disposés dans les parcelles inondées. Le semis se fait sur deux lignes situées dans la partie sommitale du billon. La reprise de ces plants est effective une fois passée la période de stress occasionnée par cette transplantation.

Sur billons, le riz s'est très bien comporté pendant toute la saison culturale. Le développement et le tallage ont été bons. Les cas de reprise difficile ont été remplacés par de nouveaux plants. Il n'y a pas eu d'invasion d'adventices (cypéracées). L'apparition de néophars a été notée et la profondeur excessive de l'eau dans la parcelle C, notamment en septembre et octobre, a gêné le tallage par endroits.

Traitement et surveillance

Une surveillance permanente a permis d'éviter les dégâts dus aux oiseaux et aux animaux errants.

Lutte contre les cypéracées

Ces adventices constituent une forte concurrence pour le riz, car ils se mettent à pousser abondamment avec les premières pluies. Le billonnage tardif (enfouissement avant le repiquage) et l'arrachage sont des remèdes efficaces pour protéger le riz.

Dans le module à plat, l'opération d'arrachage s'est faite en eau profonde, le 22/8, juste avant le repiquage. Les pieds arrachés avec la racine flottent à la surface de l'eau et sont entassés pour le compostage. Le volume récolté est exprimé en m³ dans le tableau III.

Tableau III. Production de paille sur la micro-cuvette en culture à plat.

Traitements	Volume moyen de paille produit (m ³ /ha)	Pourcentage par rapport au témoin
Après brûlage	61,9	130
Après enlèvement	54,2	114
Après déchiquetage	47,7	100

Le déchiquetage présente un effet positif pour éviter la repousse des cypéracées, contrairement au brûlage traditionnel qui favorise l'enherbement du sol.

Récolte

Elle est pratiquée de façon traditionnelle par les femmes diolas. Les panicules sont coupées un par un au couteau et sont regroupés en petits paquets.

– Sur le module billonné, la récolte s'est effectuée par le prélèvement de 250 échantillons de plants entiers. La récolte en vrac a été faite au couteau dans les parcelles A, B et C sur un terrain encore boueux. Les gerbes coupées et séchées pendant deux jours sur la diguette ont été rassemblées sur terrain sec pour le battage (5/12), le vannage (7/12) et le pesage (17/12).

La variété Rock 5 a séjourné 36 jours en pépinière, 102 jours en rizière, soit un cycle végétatif total de 138 jours.

– Sur le module à plat, le développement du riz s'est effectué, mais sa distribution spatiale dans les parcelles a été très hétérogène. Pour diverses raisons techniques et organisationnelles (pépinière tardive, manque de plants hauts pour les besoins du repiquage en eau profonde), les résultats obtenus ne sont qu'indicatifs mais très encourageants. Une production de grains a pu être mise en évidence, cependant insuffisante pour être prise en considération.

A titre de comparaison, une surface de 140 m² a été préparée le 3/9/1990 pour servir de témoin et montrer que la production de riz a été possible dans les conditions les plus extrêmes. Elle n'a reçu aucun aménagement ni traitement particulier. Seul un désherbage manuel en eau profonde (40 à 50 cm) a été réalisé. Les cypéracées, hauts de 70 cm, formaient une végétation dense ayant poussé grâce aux 850 mm de pluies. Les variétés Etouhal (sur 28 m²) et Rock 5 (sur 112 m²) ont été testées. La reprise a été lente, le tallage faible et le développement souffreteux. Les cypéracées n'ont pas repris sauf au niveau des souches restées en place. Le riz a toujours dominé jusqu'à la récolte intervenue les 4 et 5/12/1990, après 88 jours en rizière.

Résultats

Impact sur les rendements

La gestion hydraulique du barrage antisel de Djilakoun a permis d'obtenir une production de riz satisfaisante dans une zone particulièrement dégradée par la sécheresse et abandonnée par les paysans depuis une quinzaine d'années.

Sur le périmètre témoin non aménagé, c'est-à-dire sous la seule influence du barrage antisel, la production de riz est faible mais a le mérite d'exister. Elle a été de 0,1 t/ha en paddy pour la variété Rock 5.

Seuls les résultats obtenus sur la micro-cuvette billonnée présentent une signification. Le tableau IV rassemble les résultats de la campagne 1990. Le rendement moyen sur l'ensemble du module est de 1,0 t/ha. L'effet de l'amendement combiné chaux-phosphate tricalcique est le plus positif. Il l'est également pour la chaux seule. Seul le traitement au phosphogypse donne un résultat au-dessous du rendement moyen de la micro-cuvette.

Tableau IV. Rendements en riz paddy sur la micro-cuvette billonnée.

Traitements parcelle	Poids de grains (en kg)		Total parcelle (en kg)	Rendement (en t/ha)
	sur 250 poquets	en vrac sur parcelle		

l'acidité potentielle des vasières, occupées par la mangrove, est neutralisée par les eaux saumâtres. En milieu temporairement inondé, la forte acidité du milieu engendre des éléments toxiques préjudiciables au développement normal des végétaux. La reconstitution, d'un milieu fertile doit ramener le pH du sol à des valeurs neutralisant l'aluminium échangeable. Les amendements minéraux améliorent la réserve minérale du sol en insolubilisant les éléments acidifiants, tels que l'aluminium.

La paille et la matière organique décomposée protègent le sol, en saison sèche, contre l'assèchement profond qui accentue le processus d'acidification. En créant une couche perméable en surface, elles favorisent, en début de saison des pluies, le dessalement superficiel et l'enracinement des semis.

La stratégie actuelle de développement agricole en Basse-Casamance doit abandonner les objectifs initiaux qui consistaient en un accroissement des terres emblavées et des rendements. Elle doit d'abord viser la sécurisation de la production rizicole et la réhabilitation de terres dégradées, lorsque cela est techniquement et économiquement possible.

Pour sécuriser la production, il faut pouvoir limiter les effets néfastes du sel et des éléments toxiques et maîtriser la ressource en eau, qu'elle soit salée ou douce.

Les observations montrent que les racines du riz explorent la couche superficielle du sol (soit les 20 premiers centimètres), d'où la nécessité de maintenir une lame d'eau assurant la submersion permanente des billons afin d'éviter un ressalement. Ces conditions favorisent

Conclusion

Quelles que soient les techniques utilisées et les conditions pluviométriques rencontrées en 1989 et 1990, les essais rizicoles montrent de manière évidente que la production de riz est désormais possible sur les terres dégradées de Basse-Casamance. Une troisième campagne, actuellement en cours, se présente favorablement. Il importe de respecter certaines règles et de combiner un certain nombre de techniques améliorantes pour assurer la pérennité du dispositif expérimental et envisager son intégration dans le système de production casamançais.

Le plus important est la maîtrise de l'eau pluviale *via* la gestion raisonnée des ouvrages antisel. Cette gestion en un point unique de la vallée ne résout pas totalement les besoins en eau des populations pour l'exploitation de leurs parcelles. Il a l'avantage actuellement d'améliorer sa qualité et par conséquent de créer un terrain propice à la reprise de l'activité rizicole. Privilégier cette phase de réhabilitation au détriment de la préservation des rizières productives en tête de vallée n'est pas la solution à préconiser. Nécessairement des retenues d'eau intermédiaires permettront de gérer harmonieusement la ressource en eau sur l'ensemble de la vallée.

Indéniablement, la technique du billonnage a montré son avantage, notamment sur le casier traditionnel où les rendements sont prometteurs. C'est une solution incontournable sur les sols stérilisés et durcis en surface. Elle ameublait la terre, facilite l'entraînement des sels et facilite le repiquage du riz. Sa demande importante en main-d'œuvre et en temps de travaux peut nuire à sa réintroduction dans le système de production.

La reconstitution d'une couche meuble et fertile à la surface du sol par apport régulier de matière organique paraît nécessaire pour remplacer la technique du billonnage par celle des cultures à plat sur les terres sulfatées acides dégradées. Les observations faites en 1991 sur le même dispositif sont, à ce titre, révélatrices. L'utilisation du compost préparé l'année précédente a montré l'effet bénéfique de cet apport sur le développement du riz en culture à plat. La production de grains devra confirmer ce fait au moment de la récolte.

Les amendements minéraux sont une pratique à encourager pour atténuer l'acidité de ces terres. Leurs effets sont plus ou moins nets sur une année culturale. C'est à plus long terme que l'on pourra juger de leur réelle efficacité, ceci sans tenir compte des aspects économiques qui peuvent constituer un frein à leur diffusion. Combinés à des apports organiques, ils deviennent plus performants.

Références

1. Pelissier P. (1966). Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Imp. Fabrègue, St Yrieix. 320 p.
2. ILACO (1967). Aménagements hydro-agricoles en Casamance. Rapport de gestion des casiers de Médina et de Dieba (1965-1967). Rapport ORSTOM, Dakar.

3. USAID/SOMIVAC/ISRA (1985). Actes de la II^e Table ronde sur les barrages antisel, 12-15 juin 1985, Multigr. Ziguinchor.
4. Albergel J., Brunet D., Dobos A., Fall M., Montoroï J.P., Zante P. (1991). Projet pilote "Casamance". Bas-fond de Djiguinoum. Rapport de synthèse : Aménagement/ Génie rural. Programme CEE-DG XII, ORSTOM/ISRA, Multigr ; 13 p.
5. Montoroï J.P. (1991). Réhabilitation des sols salés et acides de Basse-Casamance. Rapport final du programme MRES n° 121. Multigr. ORSTOM/Dakar ; 15 p. + annexes.
6. Brunet D., Zante P., (1990). Essai rizicole de la vallée de Djiguinoum, Basse-Casamance. Rapport agro-pédologique 1989. Multigr. ORSTOM/Dakar ; 42 p. + annexes.
7. Brunet D., Zante P., Duprey J.L. (1991). Essai rizicole en culture traditionnelle. Vallée de Djiguinoum (Basse-Casamance). Rapport agro-pédologique 1990. Multigr. ORSTOM/Dakar ; 66 p. + annexes.
8. Brunet D., Dobos A., Fall M., Montoroï J.P., Zante P. (1991). Projet pilote "Casamance". Bas-fond de Djiguinoum. Rapport de synthèse : Agronomie. Programme CEE-DG XII, ORSTOM/ISRA (à paraître).
9. Beye G. (1973). Une méthode simple de dessalement des sols de tanne de Casamance : le paillage. *Agro-Trop* 28 : 537-49.
10. Beye G. (1973). Etude comparative de différents engrais phosphatés pour la fumure phosphatée du riz en sols de rizière très acides de Basse-Casamance. *Agro Trop*, 28 : 937-45.
11. Beye G. (1973). La fertilisation phosphatée et azotée du riz sur sols sulfatés acides du polder de Médina (Basse-Casamance). *Agro Trop*, 28 : 767-75.
12. Beye G. (1974). Etude comparative de l'action de la potasse et de la paille enfouie sur le développement et le rendement du riz sur sol argileux de Basse-Casamance. *Agro Trop*, 29 : 803-11.
13. Beye G. (1977). Influence de la longueur de la submersion avant repiquage et de l'enfouissement de paille sur les propriétés physico-chimiques de deux sols de rizière et sur le développement et les rendements du riz. *Agro Trop*, 32 : 31-40.
14. Beye G., Touré M., Arial G. (1978). Action de la paille enfouie sur les caractéristiques physico-chimiques des sols submergés de rizières de Basse-Casamance et sur le développement du riz. *Agro Trop*, 33 : 381-89.
15. Beye G., Touré M., Arial G. (1979). Etude de la chimie des principaux sols submergés de Basse-Casamance en relation avec le développement et la nutrition minérale du riz. *Agro Trop*, 34 : 271-300.
16. Boivin P., Zante P. (1986). Essai de récupération d'un sol sulfaté acide en cases lysimétriques. Rapport de campagne. Multigr ORSTOM/Dakar : 9 p. + annexes.
17. Montoroï J.P. (1990). Les sols et l'agriculture dans le domaine estuarien de Basse-Casamance. Séminaire "Conservation et utilisation durable des ressources naturelles du bassin hydrographique de la Casamance", 22-26 octobre 1990, Ziguinchor (Sénégal) ; 21 p.
18. Dobos A. (1991). Essais de mise en valeur rizicole des sols salés et sulfatés acides. Multigr Doc n° 26, ISRA/Djibélor : 30 p.
19. Fall M. (1991). Volet pédologie et aménagement des bassins versants. Aménagement en micro-cuvettes sur billons. Multigr ISRA/Djibélor ; 7 p.

British Library Cataloguing in Publication Data

BILAN HYDRIQUE AGRICOLE

