

ORSTOM



Programme CEE - DG XII N° TS2A-0216-M (CD)

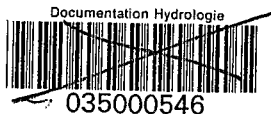
**Projet Pilote " Casamance "**  
**Bas-fond de DJIGUINOUM**  
**Rapport de synthèse :**  
**AMENAGEMENT / GENIE RURAL**

Jean ALBERGEL  
Didier BRUNET  
Antal DOBOS  
Mankeur FALL  
Jean-Pierre MONTOROI  
Patrick ZANTE



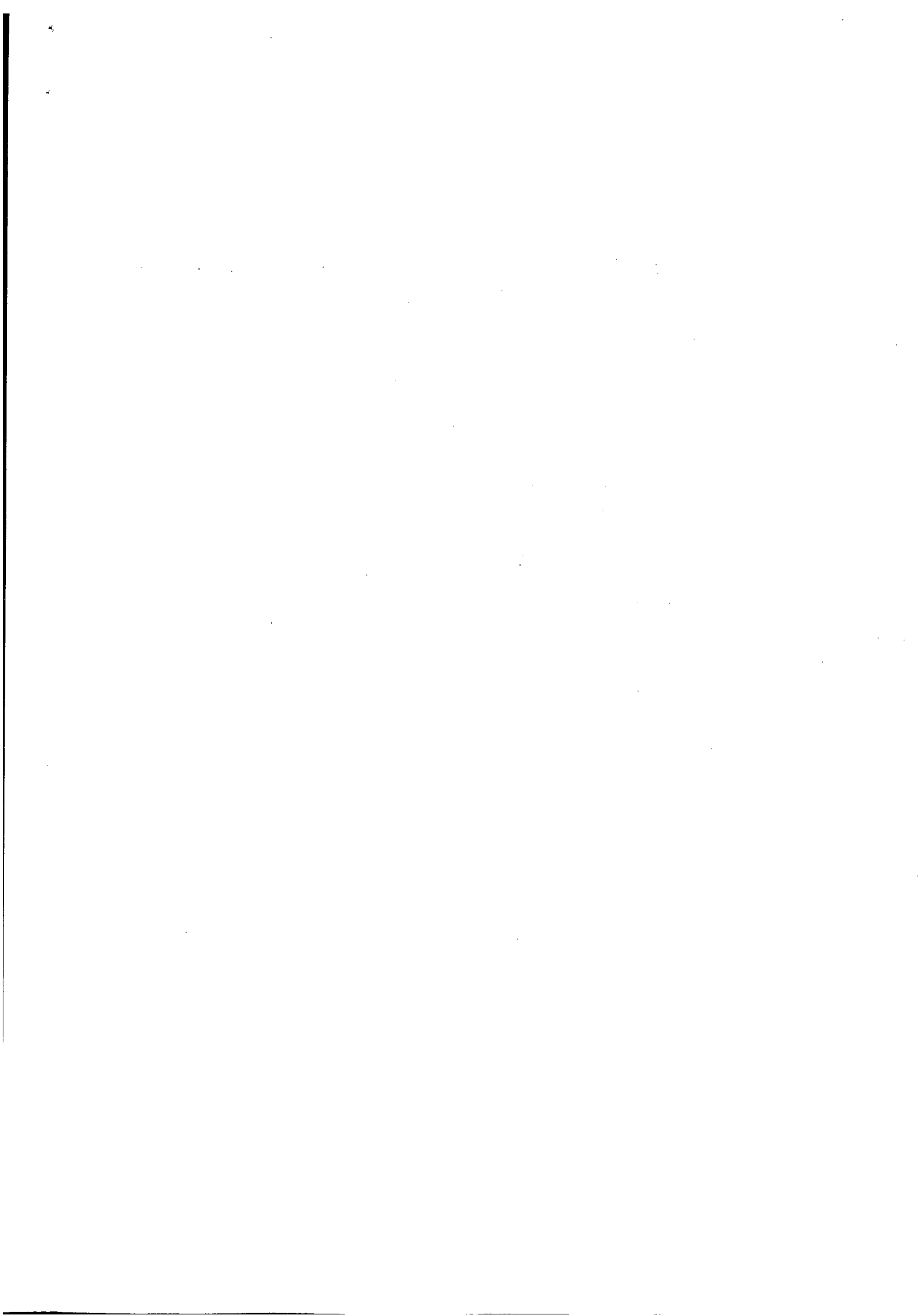
DAKAR, Novembre 1991

73122



Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: B\*20651 Ex: unique



# Sommaire

Projet Pilote " Casamance " Rapport de synthèse  
Bas-fond de DJIGUINOUM  
VOLET AMENAGEMENT / GENIE RURAL

1. TYPES D'AMENAGEMENTS DANS LE BAS-FOND (EXISTANTS ET NOUVEAUX).....	3
1.1 Objectifs.....	3
1.2 Description des aménagements.....	3
1.2.1 Description de l'aménagement hydraulique: le barrage anti-sel.....	3
1.2.2 Description des casiers rizicoles.....	7
<i>Le micro-polder DIOLA ou système traditionnel</i> .....	7
<i>Les casiers rizicoles améliorés</i> .....	7
1.3 Méthode de mise en place.....	10
1.3.1 Le barrage anti-sel.....	10
1.3.2 Les casiers rizicoles.....	10
1.4 Fonctionnement/Gestion.....	10
1.5 Coûts et efficacité.....	11
1.5.1 Coûts.....	11
1.5.2 Efficacité de l'aménagement.....	12
2. SUIVI DES AMENAGEMENTS.....	12
3. MESURE DES PERFORMANCES DE L'AMENAGEMENT DANS LA GESTION DE L'EAU ET CONCLUSION.....	12
BIBLIOGRAPHIE.....	13

## Projet Pilote " CASAMANCE " RAPPORT DE SYNTHÈSE BAS-FOND DE DJIGUINOUM VOLET AMÉNAGEMENT / GENIE RURAL

### 1. TYPES D'AMÉNAGEMENTS DANS LE BAS-FOND (EXISTANTS ET NOUVEAUX)

#### 1.1 Objectifs

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 (PELISSIER, 1966). 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 oeuvre 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 (ILACO, 1967).

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 anti-sel 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 (USAID/SOMIVAC/ISRA, 1985). Le PIDAC 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 l'AFVP. C'est dans le cadre de ces aménagements qu'a été construite la digue anti-sel de DJILAKOUN en 1983/84.

Au début du programme, en 1988, il a été conçu une amélioration technique du barrage anti-sel avec comme objectif, permettre une évacuation rapide des eaux les plus chargées en sel. 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 culturelles pratiquées dans la région. 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. La figure 1 montre l'emplacement de ces différents aménagements ainsi que les principales infrastructures présentes sur le bassin de DJIGUINOUM.

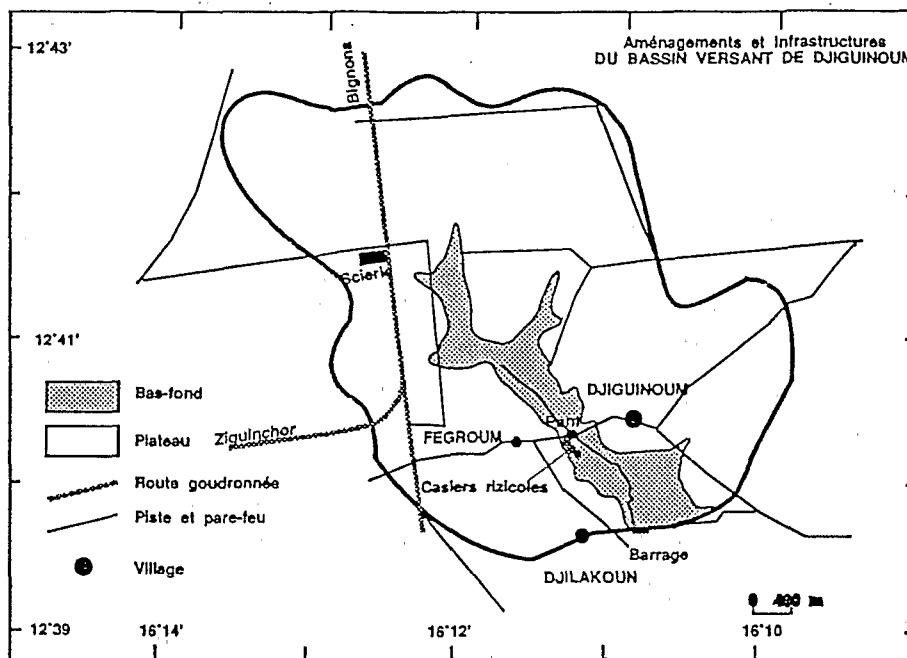
#### 1.2 Description des aménagements

##### 1.2.1 Description de l'aménagement hydraulique: le barrage anti-sel

Le barrage anti-sel comprend une digue en latérite et un petit édifice en béton au niveau du lit

principal, présentant trois ouvertures munies de batardeaux, dont la hauteur est prévue pour empêcher l'intrusion des plus hautes marées. Jusqu'en 1987, aucun dessalement tangible des sols n'a été observé (BOIVIN & BRUNET, 1990). A partir de cette constatation, il est apparu indispensable d'initier une gestion rationnelle de ce barrage, qui doit permettre d'évacuer les sels lessivés pendant toute la période de culture en profitant des niveaux aval de la marée basse. Le tableau 1 donne les caractéristiques techniques de la digue.

Figure 1



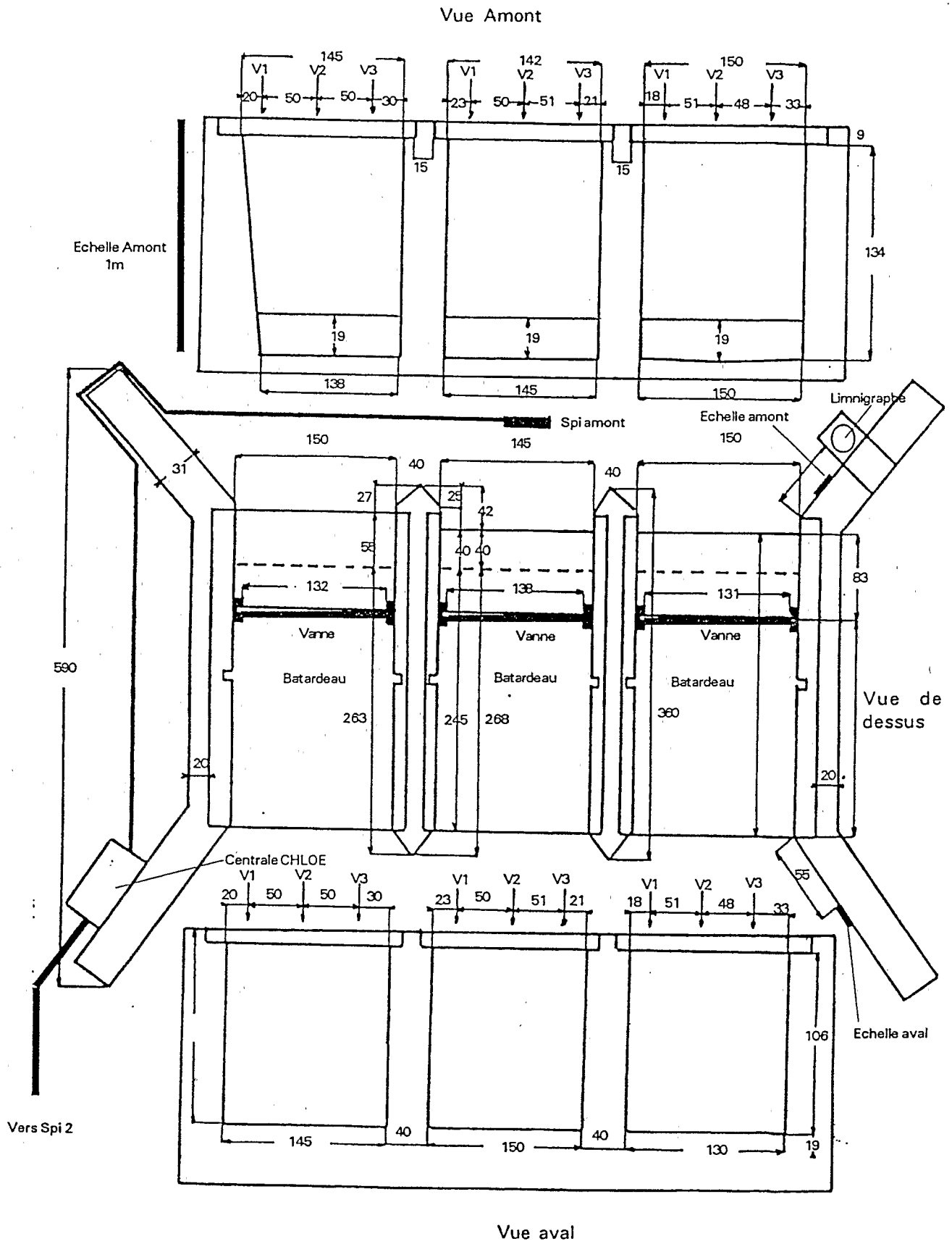
En 1988, le dispositif d'ouverture a été modifié pour permettre la vidange par le fond des eaux de remplissage du barrage. Il s'agit d'une porte pleine actionnée verticalement par une crémaillère. Ce système a l'avantage d'être fonctionnel pendant tout l'hivernage et simple d'utilisation. De plus, il reste peu onéreux. En 1989, les deux autres ouvertures du barrage ont été équipées de la même manière, afin d'accroître la capacité de vidange. L'ensemble bétonné du système d'ouverture fait une largeur de 7.5 m. La figure 2 présente un levé topographique du barrage de DJILAKOUN et la position des stations hydrologiques dont il a été équipé (les cotes sont données en cm).

En aval du barrage, le plan d'eau est un défluent de la CASAMANCE et son niveau hydrostatique est sous la dépendance de l'onde de marée qui se propage dans l'estuaire de la CASAMANCE. En amont du barrage, le plan d'eau est constitué par l'accumulation d'eau pluviale provenant du bassin versant.

La figure 3 donne le plan d'une des trois portes levantes du barrage. Elles sont faites en planches goudronnées de 40 mm d'épaisseur, assemblées et traversées par des tiges en laiton de 10 mm de diamètre. Un fer en U et des fers plats consolident l'ensemble et permettent la fixation du câble de levage. On a évité d'utiliser des pièces métalliques sur la partie inférieure de la porte directement en contact avec les eaux acides et salées. Le goudron permet l'étanchéité de l'ensemble et protège contre la corrosion.

La figure 4 montre le support du treuil qui actionne le système de levage. Il est construit en fer cornière. Les différentes parties ont été soudées. Les treuils sont à manivelle et actionnés manuellement.

Figure 2 : Plan du barrage



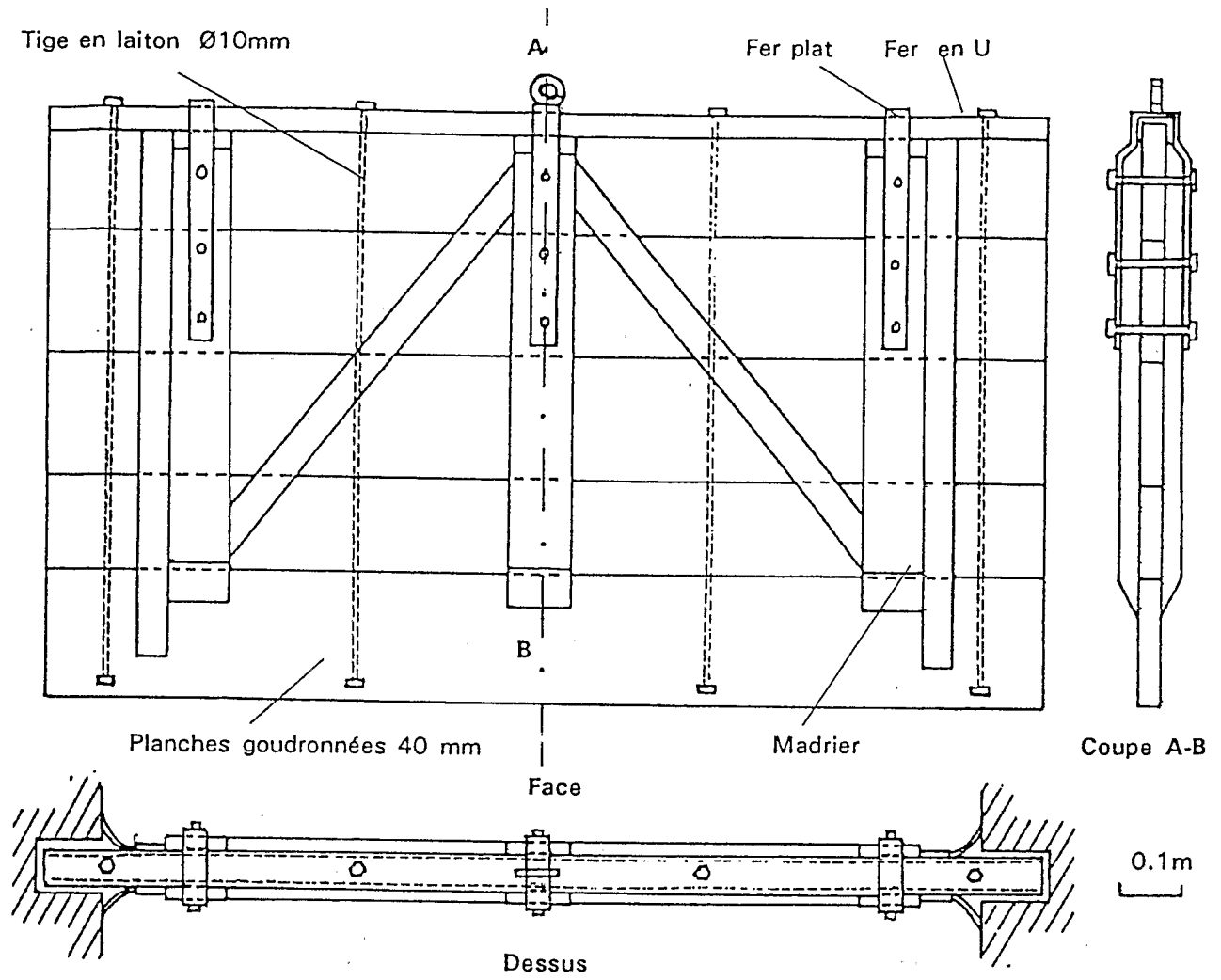


Figure 4 : Support du treuil

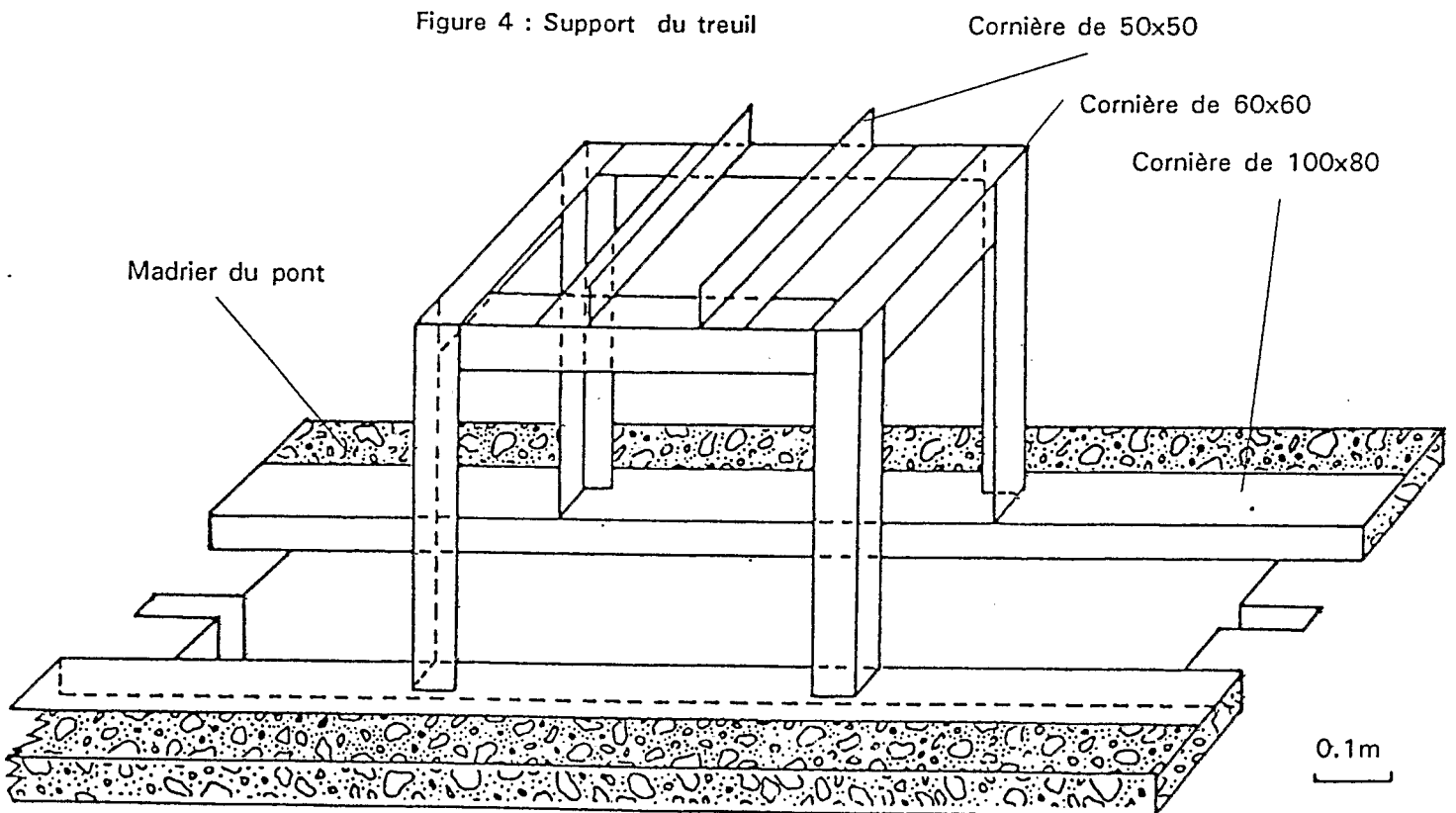


Tableau 1: Caractéristiques de la digue anti-sel

Longueur de la digue	:	245 m
Largeur en crête	:	2.2 m
Largeur d'assise	:	5 m
Hauteur moyenne	:	1 m

### 1.2.2 Description des casiers rizicoles

#### *Le micro-polder DIOLA ou système traditionnel*

Pour tester l'efficacité du nouveau dispositif d'ouverture au barrage, un casier rizicole a été mis en place en 1988 dans le domaine des sols sulfatés acides sur matériau argileux. Il est situé dans la partie médiane de la vallée sur une zone très dégradée par la salinisation et l'acidification.

D'une superficie de 2500 m<sup>2</sup>, il est constitué par 8 parcelles de 220 m<sup>2</sup> (environ 20 m x 10 m). Celles-ci sont ceinturées par une digue et cultivées en billons de 10 m de long, de 50 cm de large et de 40 cm de haut. Elles sont séparées par des fossés drainants connectés à un fossé périphérique qui est lui-même relié au lit du marigot par un drain d'évacuation (fig. 5). Il existe une dénivelée de 40 cm entre la partie amont et la partie aval (direction NO-SE).

En 1989, le casier a été réaménagé en surélevant les digues et en rebillonnant les parcelles. Plusieurs appareillages ont été installés pour contrôler les paramètres suivants pouvant influencer la croissance du riz (fig. 5):

- . la hauteur de lame d'eau à l'aide de trois échelles limnimétriques,
- . le niveau de la nappe avec deux piézomètres crépinés sur toute leur longueur,
- . le pH, la température et le potentiel d'oxydo-réduction (Eh) du sol grâce à des capteurs disposés à deux profondeurs (25 et 55 cm) et reliés à une centrale de mesures,
- . les caractéristiques physico-chimiques de la solution du sol en utilisant des cannes de prélèvement en céramique implantées d'une part à 25, 35, 45 et 55 cm sur la parcelle 2, d'autre part à 25 et 55 cm sur les autres parcelles.

Le protocole de suivi et les modifications apportées en 1990 sont donnés dans le volet "Agronomie".

#### *Les casiers rizicoles améliorés*

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 1875 m<sup>2</sup>. C'est une variante améliorée du "micro-polder DIOLA" composé d'un canal de ceinture et d'une digue périphérique (fig. 6). 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 demandées (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 m<sup>2</sup>.

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 3-4 mois de l'année (août, sept., oct. et nov.). Le dessèchement total intervient en novembre-décembre pour une durée de 8 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.



Figure 5: Casier rizicole traditionnel

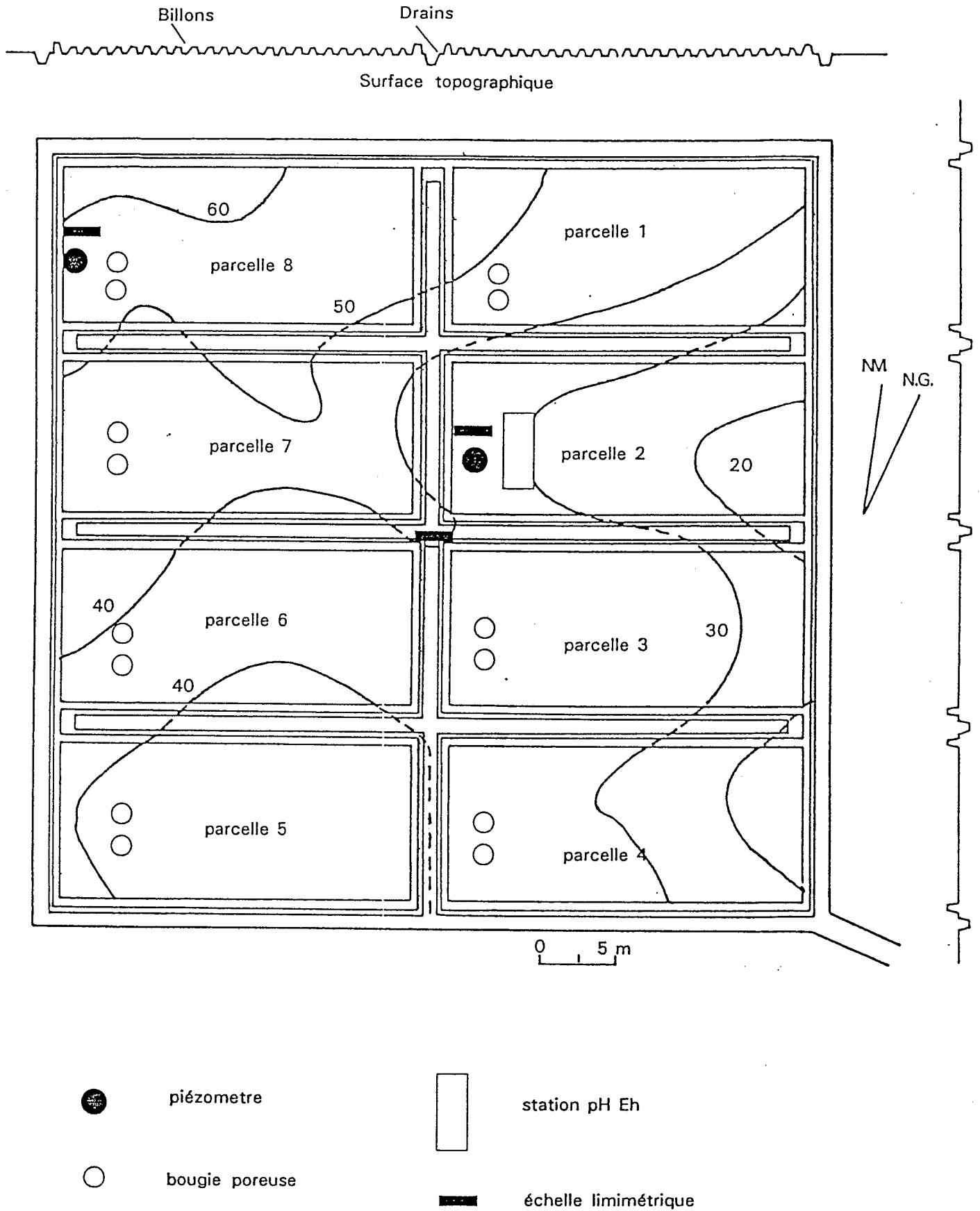
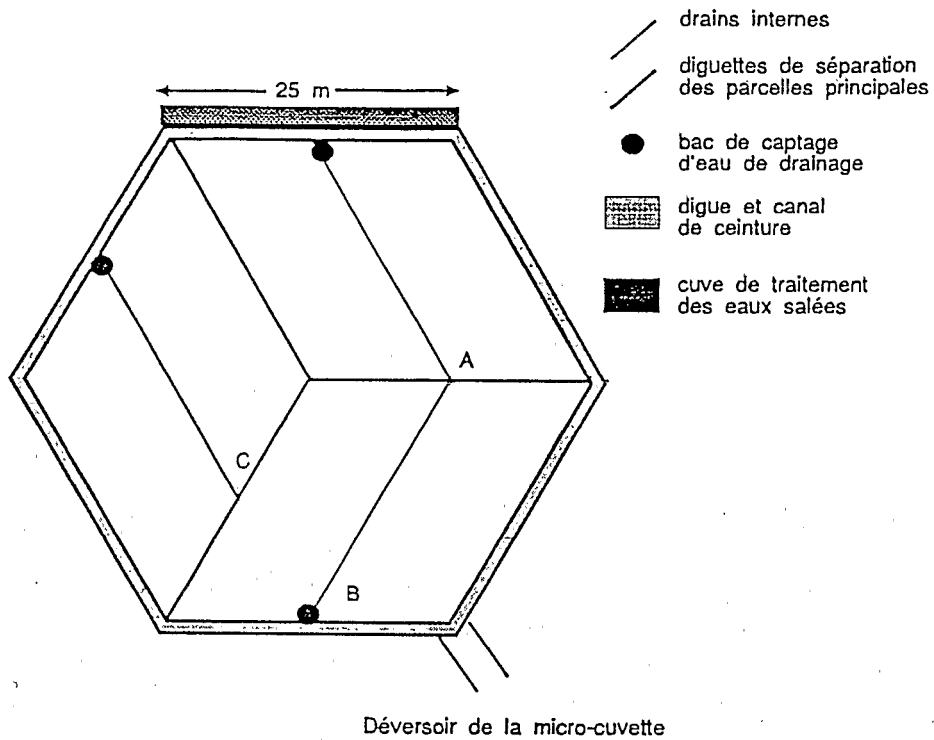
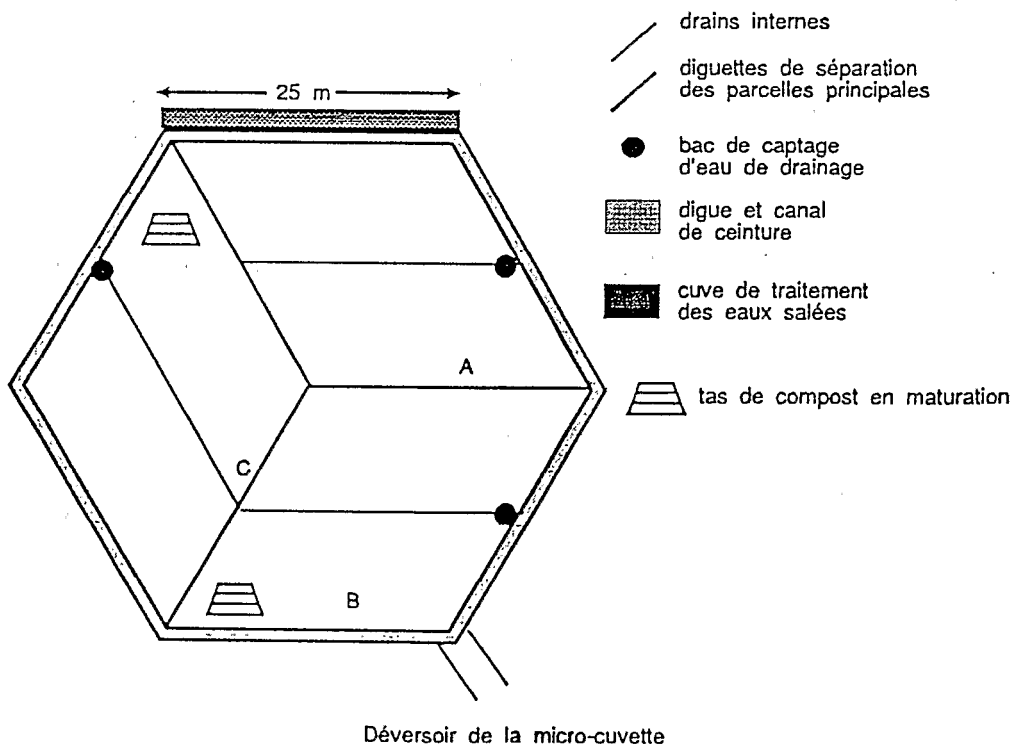


Figure 6

Casier rizicole - Culture sur billons



Casier rizicole - Culture à plat



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.

### 1.3 Méthode de mise en place

#### 1.3.1 Le barrage anti-sel

En 1983, un barrage anti-sel a été construit au village de DJILAKOUN par le PIDAC (Projet Intégré de Développement Agricole de la Casamance) sur financement USAID. L'exécution de l'aménagement s'est fait en régie intéressée, c'est à dire avec les matériaux fournis à pied d'oeuvre par le projet et avec la main d'oeuvre spécialisée locale (maçons et ferrailleurs). Les matériaux locaux ont été utilisés au maximum. Les troncs de ronciers sont utilisés comme pieux de battage pour renforcer la fondation, le coquillage, correctement dimensionné, a servi pour la confection du béton. La digue a été construite par les villageois (900 hommes-jour). L'ouvrage bétonné a été construit par une équipe du PIDAC.

Trois actions visant à sensibiliser les paysans ont été menées par le PIDAC, avant la mise en place du barrage (TRUONG, 1985):

- Présentation du projet et études des requêtes émanant des paysans en ce qui concerne la construction du barrage,
- Discussions avec les paysans sur les effets escomptés du barrage,
- Création d'un comité de gestion pour assurer l'opération manuelle des batardeaux et l'exécution des travaux courants de la digue.

L'aménagement du système d'ouverture des vannes et les vannes elles-mêmes ont été réalisés dans les ateliers de l'ORSTOM à Dakar et ont été mises en place A. SIREUDE, technicien de l'ORSTOM.

#### 1.3.2 Les casiers rizicoles

Le premier casier a été mis en place en 1988 et les deux autres en 1990. L'expérience des agriculteurs a été recherchée. Les casiers ont été construits par une main d'oeuvre rétribuée dans le cadre du programme de recherches. Seuls des outils traditionnels ont été utilisés, en particulier le kajendo pour la confection des billons. C'est une longue pelle oblongue, tranchante à son extrémité, légèrement concave dans le sens longitudinal et faite en bois de caïlcédrat.

### 1.4 Fonctionnement/Gestion

Le fonctionnement et la gestion des casiers rizicoles sont décrits dans le volet agronomique. Les travaux de réfection des billons et d'entretien des drains sont intégrés au calendrier cultural.

Le fonctionnement du barrage est simple. Il protège de l'intrusion marine le bas-fond et permet des lâchers d'eau lorsque le niveau de la marée à l'aval de la digue est plus bas que le niveau des eaux d'origine pluviale à l'amont. La gestion des lâchers a été établie à partir des observations faites en 1988 et appliquée en 1989, 1990 et 1991. Quatre règles pour l'ouverture des vannes ont été adoptées en étroite collaboration entre les volets "Socio-économie", "Hydrologie", "Agronomie" et "Morpho-pédologie" :

- La première règle répond à une préoccupation des villageois de Djiginoum: éviter l'inondation de la piste qui relie ce village à la route de Ziguinchor. Il a donc été décidé de réaliser des lâchers d'eau, à marée basse, afin de maintenir une cote inférieure à 95cm à l'échelle située dans le drain principal du casier rizicole.
- La seconde règle a été dictée par la nécessité de pouvoir étalonner les débits sortant au barrage en fonction des hauteurs lues à l'échelle amont de celui-ci. Un ensemble de jaugeages, avec des niveaux amont et aval différents et pour tout le marnage, a montré qu'il était nécessaire de conserver une cote amont 3 cm au-dessus de celle aval pour avoir une relation unique hauteur-débit. Les lâchers débutent donc à marée descendante dès que le niveau marin est 3 cm au dessous de celui du plan d'eau amont et se terminent au plus tard pendant la marée remontante avant que cette condition ne soit plus remplie.

- La troisième règle est de conserver une quantité d'eau suffisante pour la pratique du riz inondé. La fréquence des vidanges est ralentie lorsque la cote à l'échelle du casier rizicole se situe en dessous de 93 cm et que le repiquage du riz est effectué. En 1990, on a modifié cette limite à 95 cm.
- La quatrième règle est d'évacuer le maximum de sel en faisant le maximum de lâchers. La mesure du pH montre que ce paramètre remonte légèrement lorsqu'une lame d'eau est maintenue en surface. Donc, on n'assèchera pas la partie du bas-fond où se trouvent les casiers rizicoles, même en début de saison des pluies.

### 1.5 Coûts et efficacité

#### 1.5.1 Coûts

Les coûts de la construction du barrage nous ont été communiqués par le PIDAC (USAID/SOMIVAC/ISRA, 1985). Ils sont exprimés en FCFA et datent de 1983. Les coûts d'entretien des vannes sont plus récents (MONTOROI, 1991). Ils sont donnés dans le tableau 2.

Tableau 2: Coût du barrage

- Remblai		
Participation des paysans	900 hommes-jour à 1078FCFA	970.200 FCFA
Participation de PIDAC	nulle	0 FCFA
Total remblai		970.200 FCFA
- Ouvrage régulateur		
Matériaux		577.025 FCFA
Main d'oeuvre		387.000 FCFA
Total ouvrage		964.025 FCFA
- Réfection des vannes		
<i>Pour une porte:</i>		
système de treillage manuel		110.000 FCFA
vanne en bois rouge (SENEGAL BOIS)		30.000 FCFA
confection du support de treuil (R. VIRMAUD et Cie)		90.000 FCFA
joints d'étanchéité et divers (LACOFA)		30.000 FCFA
Total pour trois portes		780.000 FCFA
Transport et installation sur place		250.000 FCFA
<b>Total barrage</b>		<b><u>2.964.225 FCFA</u></b>

Les casiers rizicoles sont réalisables par les paysans. On a compté 80 hommes-jour pour l'aménagement de 1/4 d'hectare. Suivant le volet " Morpho-pédologie ", 90 hectares pourraient être aménagés en casier rizicole, le reste de la vallée (60 hectares) pouvant être cultivé sans aménagement spécifique. L'aménagement total de la vallée peut être estimé à 320 hommes-jour pour les casiers rizicoles et à 180 hommes-jour pour la rectification des chenaux de drainage soit 500 hommes-jour. En prenant le tarif de 1078 FCFA, l'homme-jour, on arrive à un total de 535.000 FCFA.

L'aménagement de la vallée serait revenu à 3.499.225 FCFA en 1983. En considérant 10% d'inflation par an, le prix de l'aménagement en 1990 serait de 7.048.000 FCFA.

### 1.5.2 Efficacité de l'aménagement

Coût de l'hectare récupéré	=	7.048.000 FCFA / 90	soit	78.000 FCFA/ha
Coût de l'hectare protégé	=	7.048.000 FCFA / 150	soit	47.000 FCFA/ha

Les essais agronomiques montrent que sans intrants, il est possible d'espérer entre 2 et 3 tonnes à l'hectare de riz paddy. A 65 F le kilo de paddy, on aura 130.000 FCFA /an / ha. On peut conclure que dès la première année de production, l'aménagement est entièrement amorti.

## 2. SUIVI DES AMENAGEMENTS

Malgré la mise en place du comité de gestion du barrage, peu d'entretien a été réalisé depuis sa construction. La digue est restée en bon état.

Les eaux étant très agressives, un entretien des parties métalliques du nouveau système d'ouverture a été réalisé chaque année (peinture anti-corrosion et étanchéification avec du goudron). Les treuils ont été graissés.

La partie en béton est toujours en bon état, malgré des traces de détérioration sur les coquillages. Le pont de DJIGUINOUM, construit de la même façon, a été fortement dégradé pendant l'hivernage 1990 et le tablier s'est effondré pendant l'hivernage 1991. Les eaux acides dissolvent les coquillages du béton. Des infiltrations se font jusqu'au ferrailage. Le fer à béton s'effrite et l'ouvrage se disloque. Ce processus de dégradation est évidemment favorisé par les vibrations dues aux véhicules qui passent sur le pont, ce qui n'est pas le cas du barrage. Il serait prudent d'envisager de refaire, régulièrement, les enduits de ciment sur les parties bétonnées (tous les cinq ans).

Le suivi des aménagements rizicoles fait partie intégrante des calendriers cultureux. Il est décrit dans le volet agronomique.

## 3. MESURE DES PERFORMANCES DE L'AMENAGEMENT DANS LA GESTION DE L'EAU ET CONCLUSION

L'ensemble de l'aménagement a deux fonctions :

- une fonction anti-sel qui permet de protéger 150 ha des intrusions marines et de récupérer 90 ha de sols dégradés et devenus improductifs
- une fonction de régulation du niveau d'eau dans les rizières, qui favorise les travaux en fonction du calendrier cultural

Pour atteindre ces deux objectifs, il est nécessaire de procéder à une gestion minutieuse des lâchers d'eau. Avant la modification de l'ouvrage avec des portes levantes (de 1984 à 1988) aucun dessalement tangible n'a été observé, malgré des hivernages relativement favorables. De plus, les niveaux d'eau dans la vallée ne pouvaient pas être contrôlés et le système à batardeaux être manié entre deux marées.

A partir de la modification du système de vannes et en appliquant des règles strictes d'ouverture et de fermeture du barrage, il a été possible à la fois de dessaler suffisamment les terres pour avoir de bons rendements dans les essais rizicoles et de gérer la hauteur de l'eau dans la vallée. (cf volet "Agronomie" et "Hydrologie"). La modification spectaculaire de l'écologie sur l'ensemble des terres dégradées de la vallée, est un critère de la performance de cette gestion. Dès la première année, tous les tannes vifs, qui restaient nus pendant la saison pluvieuse, se sont recouverts de cypéracés et à la seconde année, des graminées sont apparues par touffe sur ces mêmes sols.

Cette méthode de gestion peut être contraignante, mais ne nécessite pas de compétences intellectuelles poussées. Elle est basée sur des lectures d'échelle et sur la connaissance des marées. La présence du gestionnaire de l'ouvrage est nécessaire pendant tout le temps du lâcher. Elle peut être également source de conflit entre les cultivateurs des zones basses salées qui ont besoin de multiplier les lâchers et ceux des rizières d'eau douce qui peuvent avoir intérêt à retenir l'eau pour les périodes de

sécheresse. Dans un plan d'aménagement de la vallée, les zones les plus hautes doivent être protégées par une digue qui est actuellement partiellement construite par les paysans ent été de la vallée.

Pour mesurer les performances de l'ensemble de l'aménagement, on peut rappeler les conclusions des volets hydrologiques, morpho-pédologiques et agronomiques. La gestion hydraulique du barrage a permis d'exporter en moyenne de 10 à 15 T/ha de sels en 1989 et 1990 sur l'ensemble du bas-fond. La redistribution des sels à l'intérieur d'un billon montre que ce type de travail du sol est vivement conseillé pour la bonne préparation du lit de culture. La gestion de la hauteur de la lame d'eau au barrage est améliorée par celle effectuée au niveau de chaque casier rizicole (hauteur de la digue de protection, profondeur des drains).

## BIBLIOGRAPHIE

ALBERGEL J., BRUNET D., DUBEE G., DUPREY J.L., MARIEU B., MONTOROI J.P., ZANTE P, (1990) Rapport hydrologique 1989, Vallée de DJIGUINOUM (CASAMANCE). *Multigr., ORSTOM/Dakar, 73 p.*

BOIVIN P., BRUNET D., 1990. Bilan de quatre années de suivi de la salure d'une vallée aménagée anti-sel par conductivimétrie électromagnétique et krigeage. *Multigr., ORSTOM/Dakar/Bondy, 12 p.*

DOBOS A., 1991. Essais de mise en valeur rizicole des sols salés et sulfatés acides. *Multigr., Doc. n° 26, ISRA/Djibelor, 30 p.*

ILACO, 1967. Aménagements hydro-agricoles en Casamance. Rapport de gestion des casiers de Médina et de Dieba (1965-1967).

MONTOROI, 1991. Réhabilitation des sols salés et acides de Basse Casamance. Rapport final du programme MRES n°121. *Multigr., ORSTOM/Dakar, 15 p. et annexes.*

PELLISSIER P., 1966. Les paysans du Sénégal-Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. *Imp. Fabrègue, St Yrieix.*

TRUONG H.D., 1985. Bilan de la phase I du PIDAC. In 11ème table ronde sur les barrages anti-sel en basse Casamance. *Multigr., USAID/SOMIVAC/ISRA, 120 p.*

USAID/SOMIVAC/ISRA, 1985. Actes de la 11ème Table Ronde sur les barrages anti-sel, 12-15 juin 1985, *Multigr., Ziguinchor.*