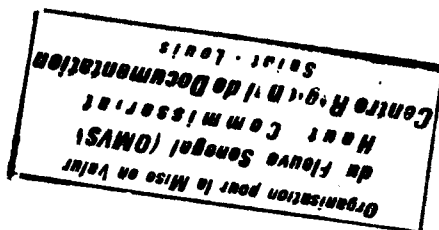


09817

Agence des Etats-Unis d'Amérique  
Pour le Développement International  
USAID/Sénégal  
B.P. 49, Dakar

Société de Mise en Valeur  
Agricole de la Casamance  
SOMIVAC  
B.P. 175 - Ziguinchor



Institut Sénégalais de Recherches Agronomiques

I S R A

BP. 34, Djibélor/Ziguinchor

IIème TABLE-RONDE SUR LES BARRAGES

ANTI-SEL EN BASSE CASAMANCE

- Djibélor, 12 - 15 Juin 1985

09817<sup>5</sup>

CHAPITRE II

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS  
DE LA IIème TABLE RONDE

Organisation pour la Mise en Valeur  
du Fleuve Sénégal (OMVS)  
Haut Commissariat  
Centre Régional de Documentation  
Saint-Louis

## AVANT PROPOS

La seconde Table Ronde sur les Barrages Anti-Sel s'est tenue à Ziguinchor (Casamance) en présence de toutes les administrations concernées, aussi bien au niveau national qu'au niveau régional. Y ont participé également : le Ministère du Développement Rural, l'ISRA, l'USAID, le Ministère de l'Hydraulique, l'ORSTOM, la SONED, et la Radio Educative Rurale.

Son but était :

1. de tirer le bilan de l'expérience des Barrages Anti-Sel exécutés ou en cours d'exécution en Basse Casamance par la Société-Régionale de Développement (SOMIVAC/PIDAC) ;
2. de faire le bilan des Etudes et Recherches d'appui ou prospective, menées par les Instituts de Recherche et les divers Bureaux d'Etudes dans la même zone ;
3. de dégager des idées et des lignes directrices pour l'orientation et le réajustement du vaste Programme de Mise en Valeur des sols du domaine fluvio-marin arrêté par le Gouvernement.

## RAPPEL DE CE PROGRAMME DU GOUVERNEMENT DU SENEGAL

Ce programme, lié aux Barrages Anti-Sel, a été conçu avant la période actuelle de sécheresse ; c'est-à-dire dans une période de pluviosité favorable, qui permettait un dessalement régulier et prolongé des marigots en hivernage.

Les hypothèses, à cette époque (1965), reposaient sur l'existence de larges zones de mangrove rizicultivables situées en aval et, également, sur l'évolution des contraintes existant dans l'environnement ; en particulier celle de l'acidification des sols de mangrove une fois à sec.

Depuis cette période, la sécheresse s'est progressivement installée entraînant un bilan hydrique nettement défavorable au niveau des bassins versants.

Dans la première phase, caractérisée par une bonne pluviométrie, la contrainte principale était l'acidification des sols surtout après les aménagements mal conçus (cas de Tobor). A l'heure actuelle, du fait du déficit pluviométrique, la salinité est devenue la contrainte majeure. Ce qui a entraîné l'abandon des rizières de la Mangrove et le report d'intérêt sur les rizières de terrasses basses ou moyennes, qu'elles soient douces ou salées.

En définitive, à cette jonction, nous sommes passés d'une solution unique applicable à tous les bassins versants, selon l'option de 1963, à la recherche d'un ensemble de solutions choisies en fonction des contraintes connues, maîtrisables et mieux adaptées aux situations locales.

C'est dans cet esprit, et sous la pression des événements, que le Gouvernement du Sénégal et la SOMIVAC se sont engagés dans deux voies d'Aménagement et de Mise en Valeur.

La première voie est : l'option Petits Barrages Anti-Sel, aux dimensions villageoises, caractérisée par une forte initiative paysanne et par un coût peu élevé des travaux.

La seconde est : l'option Grands Barrages, sur une approche pilote, comme celle du type Guidel (ouvrage moyen), prolongée par l'exécution d'un ouvrage de dimension beaucoup plus grande : type du Barrage d'Affiniam.

Il est évident que beaucoup de facteurs sont intervenus entre la première et la seconde Table Ronde.

Nous vous proposons donc d'essayer de délimiter et d'analyser ces facteurs dans une perspective d'enrichissement et d'affinement de la politique arrêtée par les autorités en matière de Développement Agricole, tout en focalisant l'essentiel de nos réflexions sur la composante Aménagement Hydro-Agricole.

## INTRODUCTION

L'exacerbation du facteur climatique, à savoir essentiellement la sécheresse, avait entraîné une inversion dans la hiérarchisation des contraintes.

La salure des eaux, qu'elles soient de surface ou de nappe superficielle, et celle des sols, sont devenues la contrainte principale.

Ce phénomène revêt une dynamique de dégradation plus que préoccupante et concerne tous les bassins versants. La tendance la plus dégradante et la plus accentuée est surtout perceptible sur la rive droite moins arrosée où, déjà, le domaine des plateaux est partiellement atteint.

Les conséquences visibles de cette situation sont :

1. un rétrécissement de la mangrove en bordure des "bolons" primaires ;
2. une dégradation complète sur les bras secondaires (Voir exposé Boivin et Lebrusque) ;

3. un réajustement de la stratégie des populations paysannes sous la forme d'un repli vers le plateau (Equipe Système ISRA/DJIBELOR) ;
4. une mobilisation des populations paysannes pour la réalisation de petits ouvrages de protection anti-sel (cf. exposé M. Truong) ;
5. une diminution vers l'amont des superficies rizicultivables (voir exposés MM. Sané et Truong).

Nous avons noté, par ailleurs, que cette hypersalinisation des sols et des eaux salées masquait fortement d'autres contraintes potentielles, essentiellement l'acidité et la toxicité.

Partant de cette appréciation, que peut-on tirer comme enseignement des expériences en matière de Barrages Anti-Sel?

### 1. LES PETITS BARRAGES

Cette expérience du PIDAC (voir exposé de M. Truong) est basée essentiellement sur l'initiative des populations paysannes et vise les objectifs suivants :

- l'arrêt de la remontée de la langue salée ;
- la sécurisation de la production agricole sur une superficie limitée correspondant à la disponibilité en eau ;
- la récupération progressive des terres salées ;
- le désenclavement.

Globalement, on peut noter que cette initiative des Petits Barrages est positive.

En effet, grâce à ces petits barrages anti-sel, la riziculture aquatique connaît, dans certaines vallées endiguées, un regain d'intérêt grandissant (cf barrage Katouré).

L'intrusion de plus en plus grande des eaux salées des "bolons" en marée haute (phénomène préoccupant pendant la saison sèche ces dernières années) est stoppée. En voici quelques acquis :

### LES ACQUIS

Nous avons retenu comme acquis :

- + la maîtrise des techniques et des coûts de construction ;
- + l'estimation relativement précise du coût de la participation des populations paysannes ;
- + la gestion de l'ouvrage par les paysans (cf. exposés de MM. Truong et Sané) ;
- + l'importance de la mobilisation et de la participation des populations paysannes ;

- + la sécurisation d'une certaine production agricole dans les zones protégées .
- + la dégradation presque complète de la végétation de mangrove sur les bras secondaires ne rend plus nécessaire l'admission d'eau salée en contre-saison. En effet les risques d'acidification ne sont plus aussi graves que l'avancée des tannes sur les rizières.

Cependant, l'initiative des Petits Barrages Anti-Sel comporte un certain nombre d'incertitudes liées principalement aux conditions de conception et d'exécution du programme ; tels que les événements sociaux, les éléments édaphiques, etc...

## 2. LES GRANDS BARRAGES

### A. GUIDEL

Le barrage-écluse de Guidel est un ouvrage-test destiné, d'une part,

- \* à accélérer le processus de dessalement ;

d'autre part,

- \* à empêcher l'oxidation et l'acidification des sols potentiellement sulfaté acides pendant la saison sèche, grâce à l'admission d'eau salée du fleuve en marée haute.

Contrairement aux Petits Barrages Anti-Sel du PIDAC, il est exécuté dans le lit mineur du "bolon" principal (affluent de premier ordre du Fleuve Casamance) non loin du point de confluence et il domine tous les types de sols de mangrove.

A l'heure actuelle, à cause de la sécheresse de plus en plus persistante et se traduisant par une mauvaise répartition de la pluviométrie dans l'espace et dans le temps, les objectifs fixés pour ce barrage n'ont pas été atteints entièrement. C'est ainsi que les superficies en amont de barrage sur les terres basses sont restées impropres à la riziculture du fait du taux toujours élevé de la salinité des sols et des eaux. Cependant, il faut noter un impact positif de l'ouvrage sur certains éléments de l'écosystème, notamment sur la composante forestière et de la faune piscicole ; bien que ces résultats soient des produits secondaires.

Parmi les acquis, il faut noter :

- + une connaissance partielle du bilan hydro-salin qui est un élément indispensable pour l'étude des aménagements secondaires dans la vallée ;
- + un progrès dans l'affinement des techniques de gestion de l'ouvrage en référence à la maîtrise de l'eau et à la connaissance de la stratification de la salinité des eaux stockées.

## B. AFFINIAM

L'objectif initial est de protéger 12.000 ha de terre dont 6.500 ha salés. Le bilan est assez mince. L'ouvrage est en construction : c'est un constat. Nous déplorons cette désarticulation dans le programme national de construction de Barrages Anti-Sel au niveau de la Casamance.

En effet, il était retenu que la construction future des Grands Barrages (Bignona, Kamobeul, Soungrougrou) devrait attendre l'exploitation des résultats des études menées dans la vallée de Guidel.

### 3. RECOMMANDATIONS

Sur la base des acquis, aussi bien ceux de la Recherche que du Développement, en matière de connaissance des facteurs du milieu physique, nous faisons les recommandations suivantes :

#### POUR LA RECHERCHE

Nous formulons :

\* l'initiation d'un programme conjoint entre l'ISRA et l'ORSTOM pour une étude comparative complète, pluridisciplinaire et plurisectorielle de deux Bassins Versants représentatifs de la rive droite du Fleuve Casamance afin de mieux cerner les conditions d'évolution de ces bassins en situation fermée et non fermée (1).

#### Sur le plan socio-économique

- Situation dans les zones en amont et en aval des Barrages Anti-Sel.
- Etude de l'évolution des systèmes de production dans les zones aménagées.
- L'étude, en situation réelle, de l'efficacité de quelques types d'aménagements proposés par la Recherche en vue d'accélérer le processus de récupération des sols hypersalés.
- L'étude du complexe de toxicité des sols sulfaté-acides dans une perspective de riziculture.

---

(1) évolution de la salinité et de la hauteur de nappe (protection)  
 évolution de la salinité dans les rizières abandonnées (récupération).  
 évolution des rendements de rizières sur la toposéquence.

- L'initiation ou la poursuite d'actions de suivi sur tous les sites déjà aménagés. Ce suivi doit englober les composantes hydrologiques, pédologiques, socio-économiques, agronomiques et environnementales.

Au niveau de cette action, compte tenu de l'étendue du travail à faire, définir la part, dans ce suivi, qui peut être prise en compte par la Recherche et celle qui peut l'être par le Développement.

### POUR LE DEVELOPPEMENT

\* Nous proposons le maintien et le renforcement de l'option du Programme Petits Barrages Anti-Sel. Cette recommandation est sous-tendue par des réserves :

\* Il est demandé que cette approche puisse se faire à la vitesse des levées des contraintes identifiées et prises en compte par les études que les organismes de Recherches doivent mener. L'autre réserve est liée à l'organisation.

\* Il est souhaité que, dans le cadre de ce programme à venir, l'approche soit beaucoup plus cohérente et beaucoup plus rationnelle qu'elle ne l'a été dans la première phase du projet, notamment par une intégration plus intime des activités des structures de la SOMIVAC, sous réserve également d'une amélioration et d'un renforcement des activités de la Cellule Recherche/Développement.

### POUR GUIDEL

Nous proposons :

- \* Une optique mixte agricole et écologique du suivi actuel avec comme terme d'échéance 1987.
- \* Il est souhaité particulièrement qu'une expérimentation de plusieurs systèmes d'aménagement soit initiée ou poursuivie le plus rapidement possible.
- \* Des études plus approfondies sur la stratification des eaux stockées.

### POUR AFFINIAM

\* Il est souhaité que la situation physique actuelle soit actualisée et précisée à la lumière des changements qui sont intervenus, avant même de réfléchir, à fortiori, d'agir en proposant des principes d'aménagements pour le futur.

\* Il est également souhaité que les actions initiées au niveau du Ministère de l'hydraulique soient achevées avant la fin de la construction de l'ouvrage.



\* En tout état de cause, nous proposons l'arrêt absolu de toute construction d'ouvrage du type Affiniam avant que toutes les incertitudes ne soient levées par les études menées au niveau de Guidel et à d'autres niveaux.

Nous recommandons globalement, à l'adresse de la Structure de Développement :

\* La caractérisation et l'actualisation de l'état de dégradation du milieu dans la région d'intervention de la Société d'intervention avec comme suggestion, l'utilisation de la télédétection et avec comme produit la description ou l'étude d'une typologie des bassins versants.

\* Il est recommandé, en outre, de renforcer les moyens du PIDAC. Ce renforcement devra prendre en compte le volet Assistance aux Comités de Gestion : formation, assistance matérielle.

La recommandation spécifique s'adresse au Comité chargé de l'aménagement de l'espace agricole.

- Tenant compte de toutes les indications qui ont précédé au niveau du bilan et des propositions sectorielles, nous souhaitons que ce Comité nous propose un programme d'action comportant un volet technique et financier à soumettre aux autorités dans un délai très rapproché.

- Nous demandons au Comité de Liaison de la Cellule Recherche/Développement de trouver des critères de choix de sites s'appuyant non seulement sur la volonté et la mobilisation des populations paysannes mais aussi sur des bases technico-économiques devant conduire à une meilleure rentabilité des ouvrages futurs.

- Nous rappelons que ce travail doit s'appuyer sur toutes les recommandations qui ont été énoncées plus haut.

- A l'attention des Bailleurs de Fonds, nous recommandons une attention soutenue aux ONG et aux structures d'encadrement par le biais de leur programme de formation et de vulgarisation.

#### Pour le Ministère de l'Hydraulique

Harmoniser les projets de Mise en valeur des Vallées de Bignona et de Baïla avec le programme Petits Barrages Anti-Sel du PIDAC prévu dans ces deux Bassins-Versants.

CHAPITRE III

HISTORIQUE DU CADRE, DES CONDITIONS ET  
DES RESULTATS OBTENUS LORS DE LA 1ère TABLE RONDE  
ET OBJECTIFS DE LA SECONDE TABLE RONDE

La 1ère Table Ronde, (Jan 80), avait pour but \*/ l'étude des principaux problèmes rencontrés au cours des 3 études de factibilité en réalisation à cette période dans les bassins de Baïla, Kamobeul et Soungrougrou \*\*/ de dégager des voies de réflexion pour la mise en valeur, (avec une option rizicole) et, particulièrement, pour l'aménagement des grandes surfaces salées que renferment ces bassins.

Ces surfaces étaient estimées à l'époque à 70.000 ha. environ. L'objectif était, avec les Bureaux d'études impliqués et avec le concours des structures nationales intéressées par ce programme, \*\*\*/ de faire le point des connaissances, \*\*\*\*/ de rechercher des lignes directrices pour la suite du programme, tout en se gardant d'anticiper, en proposant des schémas précis ou définitifs pour chaque partie.

Les 3 études de factibilité ou support de ces discussions avaient été commandées par le Gouvernement du Sénégal dans le cadre d'un vaste Programme de Mise en Valeur des Terres Salées en Casamance, proposé à la suite d'une étude préliminaire en 1965 par la GERCA (groupement associant ILACO et la GERCA Internationale). Ces programmes avaient pour objet :

\*/ d'étudier la factibilité des Grands Ouvrages Anti-Sel, ou de plus petits ouvrages similaires, pour la protection des terres salées ;

\*/ d'étudier toutes les autres possibilités de développement de la riziculture en situation douce ou salée dans les trois bassins versants ;

\*/ de proposer un plan d'aménagement et de développement agricole pour chaque bassin versant.

La conception de ces 3 études était similaire et organisée en 2 phases : dans la 1ère, les bureaux d'études devaient procéder à :

1. L'analyse des contraintes existant dans les domaines suivants : \*/ au niveau des ressources en eau, \*/ des ressources en sol, \*/ des ressources humaines et dans le cadre de l'organisation et de l'activité dans la biotope considérée, incluant toutes les composantes en matière de pêche, d'élevage, de forêt, d'agriculture, de santé, etc...

Cette analyse préliminaire devait déboucher sur une étude comparative de plusieurs variantes de Plans de Développement et d'Aménagement des Bassins Versants. L'administration devait choisir la variante qui lui paraissait la plus judicieuse.

2. Dans la seconde phase les bureaux d'études devaient approfondir la variante choisie jusqu'au stade de l'avant projet et élaborer un Projet d'Aménagement et de Développement finalisé.

La Table Ronde de 1980 s'est située au moment où l'analyse des contraintes était terminée et celui où nous avons commencé à réfléchir sur les variantes possibles de chaque bassin versant. Elle a permis aussi de faire apparaître, à cette période déjà, une remarquable évolution des idées, des concepts et des conceptions du fait de l'incidence de la sécheresse d'abord, du fait également d'une meilleure connaissance sur la genèse, l'organisation et le fonctionnement des différentes unités du sol et d'une grande compréhension de l'organisation de la biotope du système grâce à la connaissance de ces études.

C'est ainsi que nous sommes passés de l'idée d'un ouvrage unique applicable à tous les types de Terres Salées en Basse Casamance, à l'étude d'un ensemble de solutions diverses mieux adaptées aux différentes situations locales, plus acceptables par les populations concernées et susceptibles d'une réalisation étalée dans le temps.

Un des effets les plus positifs de la dernière Table Ronde a été la mise en présence, dans un même creuset de réflexions, de la quasi totalité de l'expertise nationale pour la recherche de solutions cohérentes et adaptées à notre réalité extrêmement complexe.

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS DE LA 1ère TABLE RONDE

### Concernant les sols

Nous avons pu constater que les échecs des premières tentatives de mise en valeur de ces terres ont impulsé une série d'études fondamentales sur ce patrimoine. Ces études ont abouti à un inventaire complet des sols : à une meilleure connaissance de la géologie des sédiments et de la pédogénèse. Nous nous sommes rendus compte que notre éco-système mangrove était un des plus menacés parce qu'un des plus fragiles de la planète. Les composantes de ce système au niveau de la flore, de la faune et du sol coexistent en effet dans un équilibre fragile qui est encore mal connu. Ce que l'on sait par contre, c'est que cet équilibre ne résiste ni aux variations climatiques extrêmes, ni aux interventions brutales de certaines tentatives d'exploitation et d'utilisation à des fins économiques.

### Concernant l'Acidité et la Salinité

Une recommandation a été faite orientant de manière préférentielle l'utilisation des sols de terrasse, des sols parasulfaté acides et des sols sulfaté acides, tout court. Une recommandation avait été faite pour une étude de l'évolution de ces sols sous aménagement partant d'un référentiel zéro (O).

### Concernant les Ressources en Eau

L'eau était mal maîtrisée à l'époque. Nous avons déjà apprécié l'impact de la sécheresse sur le régime des nappes et avons noté une diminution considérable du ruissellement et une sursalure des marigots à cette époque déjà. Les esquisses de solutions proposées, mettaient l'accent sur le matériel végétal à savoir : une production de matières végétales ayant un cycle qui cale dans la contrainte sécheresse et le stockage des eaux de ruissellement par une irrigation. Cette suggestion était particulièrement valable pour la Zone Nord.

Les variantes de Schéma d'Aménagement à l'étude devaient, à l'époque, prendre en compte deux hypothèses :

- une hypothèse humide en s'appuyant sur la série 1960-70,
- une hypothèse sèche en s'appuyant sur la série 1970-79.

L'exécution et le renforcement des mesures hydrologiques avaient été recommandés également en ce qui concerne les Facteurs Socio-Economiques ; les bases de réflexion à cette époque ayant été étroites. Néanmoins, un certain nombre de contraintes ou de points d'interrogation avaient été mis en relief : exode rural, faibles revenus agricoles, problèmes fonciers, problèmes de communication, etc...

La Table Ronde avait fortement recommandé la participation paysanne et la prise de mesures d'accompagnement pour la réalisation des programmes futurs.

Sur le plan de la possibilité des Aménagements Agricoles et du Développement, les orientations suivantes avaient été données, à savoir :

- marquer une préférence pour les aménagements de dimensions villageoises adaptées aux capacités des paysans ;
- valoriser en priorité les meilleures terres ;
- approcher progressivement pour mettre en valeur les Terres Salées avec une option "opération-pilote".

Sur ces terres salées, on recherchera le dessalement des sols à acidité stable par le biais de Barrages Anti-Sel, par le biais d'endiguement, ou par de simples barrages dans certains cas. Il nous avait semblé plus judicieux, à cette époque, de prendre l'option de construire plusieurs petits barrages sur les bras secondaires des grands marigots plutôt que de faire de grands barrages en aval de ceux-ci.

L'impact de ces ouvrages sur l'environnement devait faire l'objet d'une attention particulière sous une approche "suivi-régulier".

L'amélioration de la productivité, des conditions de travail en termes de diffusion des techniques améliorées, en termes de maîtrise d'eau, a été par ailleurs soulignée.

Voilà, de manière sommaire, les appréciations que nous avons sur la problématique de l'aménagement et de la Mise en Valeur des Bassins Versants de Basse Casamance en précisant que le point focal, à l'époque, était constitué par le complexe des sols d'origine fluvio-marine.

Comment peut se prolonger cette 1ère réflexion et comment peut-on, dans un souci de continuité, inclure le programme de la présente Table Ronde pour assurer une articulation entre les deux Tables Rondes ?

Il est évident que beaucoup de choses se sont passées entre la 1ère et la seconde Table Ronde. Nous allons essayer de les délimiter, de les analyser dans une perspective d'enrichissement et d'affinement de la politique arrêtée par les autorités en matière de Développement Agricole, tout en focalisant l'essentiel de nos réflexions sur la composante Aménagements Hydro-Agricoles. Il nous semble que la cible principale c'est le PIDAC et au dessus de lui la SOMIVAC.

En effet, cette structure a tenté depuis 1980 de traduire en pratique certaines des idées et des recommandations évoquées et nous pensons qu'elle est arrivée à un tournant qui appelle une pause et une réflexion sur son expérience en matière de barrages anti-sel.

Cet appel à la réflexion devra parallèlement s'appuyer sur le capital de connaissances qui a été bâti depuis 1980 par d'autres structures et d'autres institutions.

Il nous semble important de canaliser les débats sur des points précis s'appuyant sur les interrogations que le PIDAC a eues dans le cadre de la réalisation de son Programme d'Aménagements Hydro-Agricoles. Nous devons donc faire le point sur les conditions physiques, techniques, sociales et économiques et voir qu'elles ont été les contraintes liées à la construction et à la gestion des ouvrages construits en n'oubliant pas que l'option prise au niveau de cette structure n'est pas l'option unique au niveau de la région.

En mobilisant ce référentiel disponible, on devrait être en mesure d'affiner la politique en matière d'Aménagements Agricoles et de définir une stratégie cohérente pour la phase II du Projet PIDAC. Une des cibles visées sera l'identification, la discussion, la formulation de critères objectifs sur lesquels on puisse s'appuyer pour le choix de sites d'implantation dans le cadre des ouvrages futurs.

Le maître-mot de cette voie de réflexion c'est que les débats doivent déboucher sur des éléments précis permettant aux décideurs d'agir avec certitude dans la maîtrise et la connaissance des facteurs principaux.

Ce programme comporte un certain nombre d'activités de réflexion en salle et un certain nombre sur le terrain.

**NOTE TECHNIQUE SUR LES AMENAGEMENTS  
HYDROAGRIQUES EN BASSE ET MOYENNE  
CASAMANCE**

**MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE  
DIRECTION DES AMENAGEMENTS ET  
DES INFRASTRUCTURES HYDROAGRIQUES**



## 1. RAPPEL HISTORIQUE

Dans les années 60 et 70, un grand espoir était né au Sénégal à propos de la Casamance, qu'on jugeait capable de dégager un surplus de production de paddy grâce à la récupération de vastes superficies de sols salés (70.000 hectares).

Cet espoir était fondé sur une série d'études (GERCA) dont l'idée maîtresse était le "Barrage anti-sel", digue associée à un ouvrage à clapet et à un réseau de drainage par fossés permettant de dessaler totalement la zone protégée (polder) après quelques saisons des pluies.

Des réalisations expérimentales sur de petites superficies ont eu lieu, mais ne comprenant en général que le réseau de drainage et de diguettes, sans la protection contre le sel, et les résultats n'ont pas été satisfaisants dans l'ensemble. Il convenait d'étudier plus en détail le problème et de tenir compte du nouveau facteur que constituait le cycle de sécheresse qui s'installait en 1968.

## 2. PRINCIPAUX ACQUIS DES CINQ DERNIERES ANNEES

Préparé vers le milieu des années 70, un vaste effort de réflexion et d'études a été entamé en 1977.

Ces études consistaient en des schémas directeurs (Plan Directeur de la Casamance - SOMIVAC 78 ou plan directeur du développement agricole de Basse Casamance - HARZA en cours), en des études de factibilité (Baïla - Louis Berger 81 - Kamobeul, BCEOM 82 - Soungrougrou SONED-SOGREAH 82) ou d'exécution (Balantakounda BCEOM 82). Menées par des consultants différents, elles ont abouti aux mêmes conclusions bien étayées qui sont les suivantes :

### a) Sur le plan agro-socio-économique

La population résidente est peu nombreuse relativement aux terres disponibles ; elle n'augmente quasiment pas à cause de l'émigration et ses revenus sont extrêmement faibles (20.000 F CFA par individu et par an de revenu brut en 1979) ;

- la population diola est très dynamique et dispose d'une longue expérience de la riziculture dans un milieu écologique difficile ; l' "Investissement humain" y est facilement mobilisable ;

- il existe de vastes superficies de terres non salées et non cultivées ;
- la recherche agronomique a mis au point des variétés à cycle court (90 à 125 jours) que les variétés traditionnelles, présentent une bonne tolérance au sel et bien adaptées à la région.

#### b) Sur le plan de l'hydraulique agricole

Il faut tenir compte de la baisse sensible de la pluviométrie ("Période de sécheresse") et par conséquent distinguer les zones écologiques où la riziculture est possible sans apport d'eau complémentaire (Sud de la Basse Casamance), celles où un complément d'irrigation est souhaitable (Nord de la Basse Casamance et Sud de la Moyenne Casamance), et celles où l'irrigation est indispensable (Nord de la Moyenne Casamance) ;

- Les apports d'eau douce des nappes souterraines sont négligeables et doivent être réservés à l'alimentation en eau potable ;

- qu'il y ait ou non irrigation, la protection contre le sel est indispensable pour compléter le réseau de drainage. Cette protection peut prendre la forme d'un véritable barrage anti-sel ou bien d'endigements (ou "Polders") qui ne sont finalement que des barrages anti-sel en miniature. Les barrages anti-sel ne s'avèrent viables que s'ils sont implantés relativement en amont des marigots, là où le rapport du ruissellement naturel à la surface protégée est suffisamment grand ;

- En saison sèche, les ressources en eau douce étant négligeables par rapport à l'évaporation, certaines catégories de sols salés risquent souvent une acidification irréversible par assèchement. Dans ce cas faire pénétrer l'eau de mer et dessaler de nouveau au début de chaque saison des pluies, doit être considéré comme un moindre mal nécessaire. Les ouvrages anti-sel permettront cependant d'accélérer le dessalement des terres en début d'hivernage et de prolonger jusqu'à la récolte, la période où aucune eau salée ne pénètre sur les terres.

#### c) Sur le plan de la mise en valeur

- Les terres douces seront aménagées en priorité car elles peuvent assurer le surplus de revenu le plus élevé et la meilleure rentabilité.

Les terres salées (vasières) seront aménagées ultérieurement de façon à répondre aux besoins en terres de la population, et à condition que les expériences menées dès le départ sur des zones représentatives ("Périmètre pilotes") confirment la fiabilité des systèmes de production envisagés.

Les tannes par contre ne sont pas intéressants à mettre en valeur, car la contrainte du repiquage y est beaucoup plus forte et les rendements y sont plus faibles que sur les vasières.

- Le taux de rentabilité interne varie de 6 à 20 % selon les projets, les revenus des cultivateurs peuvent être multipliés par 2 ou 3.

### 3. REALISATIONS DEJA EFFECTUEES

Outre les microréalisations d'ILACO qui ont porté des fruits (barrages anti-sel de Dianki et Kartiack - casiers de Médina et Diéba), on peut noter les réalisations plus récentes suivantes :

- barrage anti-sel de Simbandi Balante et aménagement de 100 ha ;
- petits ouvrages anti-sel de Diagnon et Goudomp ;
- petites réalisations du Projet Rural de Sédhiou : Djirédji et Bokoum ;
- barrage de Guidel terminé en 1982. Malheureusement, faute de financement, l'aménagement à associer au barrage n'a pas été réalisé ; et cette opération ne peut apporter d'information valable pour l'instant, alors qu'il s'agit d'une expérience pilote.
- barrage de Bignona dont la construction est en cours.

### 4. PROJETS EN PORTEFEUILLE

La région de Casamance dispose actuellement d'un grand nombre de projets d'aménagements hydroagricoles pour lesquels des études de factibilité ou d'exécution sont disponibles (ou bien le seront dans un délai d'un an):

Il s'agit des projets suivants :

- Mise en valeur hydroagricole de la vallée de Baïla

### PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT DE LA VALLEE DE BAILA

La programmation retenue par le Consultant a été changée faute de financement. La Banque Ouest Africaine de Développement a accepté de financer une partie du programme pour une valeur de 4,1 milliards de F.CFA.

Les études d'exécution dont le début est prévu pour juillet 1985 vont porter sur huit (8) retenues collinaires soit environ 2.000 ha.

- Mise en valeur hydroagricole du bassin du Kamobeul-bolon

. Aménagement de 6.610 ha nets de terres douces puis 1.878 ha nets de terres salées. Coût total du projet : 12,40 milliards de F. CFA en valeur 85 HT dont 10,62 % pour les aménagements. Coût d'une première tranche 8,25 milliards de F. CFA en francs courants.

- Mise en valeur hydroagricole du bassin du Soungrougrou

. Casier pilote de Diango 300 ha nets de terres salées. Coût 2,02 milliards de francs CFA en valeur 85 HT dont 1,47 pour l'aménagement. Coût en francs courants 2,28 milliards de F. CFA.

. Aménagement de 6.650 ha nets des terres salées. Coût 15,28 milliards de francs CFA en valeur 85 HT.

- Aménagement de huit vallées en Moyenne Casamance (Balantacounda)

. Aménagement de 751 ha nets de terres salées - Coût en valeur 82 HT : 1,25 milliards (pour les aménagements seuls).

- Aménagements des terres de la vallée de Guidel

. Aménagement de 807 ha nets de terres salées et de 450 ha nets de terres douces. Barrage anti-sel déjà réalisé pour 0,8 milliard de francs CFA.

- Aménagement de la vallée de Bignona

. Barrage anti-sel en cours de construction par la Chine pour 6.57 milliards de F. CFA. Aménagement de 3.900 ha nets de terres salées et de 4.500 ha nets de terres douces. Etude à faire pour 350 millions de F. CFA.

Coût d'aménagement des terres salées évalué à environ 2,66 milliards de F.CFA valeur de 85 HT.

- Aménagement hydroagricole des Kalounayes

. Aménagement de deux vallées représentant 900 ha nets de terres salées. Etude en cours pour 69 millions de F.CFA, coût des travaux estimé à 800 millions de F.CFA valeur 85 HT.

- Aménagement de la vallée d'Adéane

Etude en cours.

Des fiches existent pour la plupart de ces projets, dont certaines très détaillées peuvent servir de requêtes de financement. Ces projets représentent une masse colossale d'investissements qu'il faudra étaler sur dix ou vingt ans, la mise en valeur n'atteignant son régime de croisière qu'au bout de vingt à trente ans au moins.

5. NECESSITE D'UNE PLANIFICATION

L'importance des investissements envisageables aujourd'hui en Casamance, et dont les aménagements hydroagricoles constituent une grosse partie, nécessite l'élaboration d'une véritable planification pour la région. En effet, il faut aborder les organismes internationaux de financement avec le maximum d'éléments techniques, mais aussi avec une politique et une stratégie bien claires au niveau de l'Administration Sénégalaise, et adoptées par tous les départements concernés. Sinon les bailleurs de fonds imposeront trop facilement leur propre point de vue ou bien créeront des retards préjudiciables au développement de la région.

La SOMIVAC pourrait élaborer (à l'instar de ce qui a été récemment pour la S.A.E.D.) un document d'une dizaine de pages traduisant les orientations générales du 7e Plan en objectifs hiérarchisés pour la Casamance et définissant une stratégie sur une dizaine d'années.

Ces objectifs seraient issus des deux principales orientations du plan national, à savoir d'une part l'augmentation de la production souhaitée par l'Etat, d'autre part, l'augmentation du niveau de vie de la population rurale. La stratégie devrait accorder une large place à la décentralisation pour tenir compte de la diversité des systèmes agraires à l'intérieur de la région, de la nécessité de responsabiliser et revitaliser le monde rural, ainsi que des économies possibles en désengageant la SOMIVAC des filières situées en amont et en aval de la production agricole. La stratégie devrait orienter la Société régionale vers le "conseil" aux agriculteurs plutôt que vers l'"encadrement" de type classique, et comprendre une recherche permanente de la diminution du coût des investissements et équipements, et de leur maintenance.

Cette politique et cette stratégie ne peuvent avoir une certaine valeur que si elles sont fondées sur un plan réaliste d'investissements, et plus particulièrement des travaux hydroagricoles qui représentent toujours la majeure partie des investissements totaux.

C'est ce plan que le groupe de travail devra élaborer en établissant une hiérarchisation entre les projets. Cette hiérarchisation se fondera sur des critères économiques (par exemple prix de revient du paddy produit - taux de rentabilité interne économies de devises - revenu procuré aux cultivateurs etc...), sociaux (nombre de personnes touchées par l'aménagement etc...) ou techniques (date de disponibilité des dossiers d'appels d'offres - risques techniques etc...).

D'ores et déjà, on peut avancer que les périmètres pilotes ne pourront pas tous être réalisés (Guidel - Baïla - Etomé - Ediougou - Diango) et qu'il faudra choisir parmi eux.

D'autre part, on peut souhaiter une priorité pour les projets de Guidel et de Bignona (étude puis aménagements) pour lesquels le Sénégal s'est déjà grandement engagé en construisant de coûteux barrages anti-sel. Ensuite viendraient les projets de Baïla et Kamobeul sur les terres douces et les vallées de Moyenne Casamance qui présentent une rentabilité satisfaisante ; seraient relégués à plus tard les projets de Soungrougrou, Adéane, et Kalounayes ainsi que les opérations sur terres salées dans les vallées de Baïla et Kamobeul.

## 6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Pour plus de détails, on pourra se reporter aux principaux documents suivants :

- Etude GERCA, 1965
- Etude ILACO - rapport de recollement 1975
- Requête de financement du projet de Guidel SOMIVAC-DER 1980
- Plan Directeur du Développement Rural pour la Casamance.SOMIVAC/1978
- Etude Economique et Technique du barrage de Kamobeul -BCEOM/DER 9 Volumes 1980/1982.
- Etude de factibilité pour l'aménagement rizicole de la vallée du Soungrougrou SONED-SOGREAH - DER 7 rapports 1979/1982.
- Programme de développement de la vallée de Baïla en Casamance Louis Berger International - DER : 6 volumes 1981.
- Rapports annuels de la Station de Djibélor - ISRA
- Etude de factibilité des vallées de la Moyenne Casamance/BCEOM/SOMIVAC 1983.
- Plan Directeur de Développement Agricole de la Basse Casamance/HARZA/SOMIVAC (publication prochaine).
- Rapport d'évaluation du projet de Guidel BAD : 1977.

Organisation pour la Mise en Valeur  
du Fleuve Sénégal (OMVS)  
Haut Commissariat  
Centre Régional de Documentation  
Saint-Louis

CHAPITRE IV

STATUTS DES TRAVAUX DE CONSTRUCTION  
D'OUVRAGES ANTI-SEL

Organisation pour la Mise en Valeur  
du Fleuve Sénégal (OMVS)  
Haut Commissariat  
Centre Régional de Documentation  
Saint-Louis

**BILAN DE LA PHASE I DU PIDAC**

**Mr. Huan, PIDAC**



## I. INTRODUCTION

Avant de présenter le bilan de la phase I du Projet PIDAC concernant une partie de nos activités relatives à la construction de "petits barrages anti-sel et de retenue", nous pensons qu'il est nécessaire d'exposer brièvement les raisons pour lesquelles nous ne nous sommes pas contentés de réaliser simplement de "petites digues anti-sel visant à récupérer de 10 ha à 20 ha de terres salées dans chaque vallée" comme il est décrit dans le plan de travail du projet initial.

Tout d'abord, nous voulions que nos actions contribuent plus efficacement à l'objectif dévolu au PIDAC qui est d'augmenter la production céréalière de la région (notamment le riz).

Ensuite, nous avons constaté ce qui suit :

1. une sécheresse exceptionnelle en 1980, année de notre arrivée au projet, avec une pluviométrie moyenne de 611 mm dans le département de Bignona et de 693 mm dans le département de Ziguinchor résultant en une baisse record dans la production de riz qui fut de 5.300 T pour toute la région de Ziguinchor cette année ;

2. une 2ème sécheresse exceptionnelle en 1983, avec 617 mm dans le département de Bignona, justifiant une production totale de riz de 6.300 T pour la région de Ziguinchor, la même année ;

3. une remontée graduelle de la langue salée dans le Fleuve Casamance et dans ses affluents avec une salinité supérieure à celle de l'eau de mer à la fin de la saison des pluies, en l'année sèche 83 et avec un gradient de salinité croissant de l'aval vers l'amont (ISRA).

La conséquence de cette remontée de sel a été une perte progressive des rizières situées dans le bas-fond des vallées.

Le Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye a même conclu, en Novembre 1983, que, avec la persistance de la sécheresse, la Casamance risque de se transformer en un bras de mer sursalé comme le Sine-Saloum.

La SOMIVAC, à travers la DAR (Direction des Aménagements Ruraux) a traité cette situation d'extrêmement grave, comme l'a fait d'ailleurs le centre Dakar-Thiaroye en 1983, et a préconisé la solution immédiate de construire des digues anti-sel dans la région.

4. Les rendements faibles et irréguliers des années 80 étaient justifiés invariablement par les raisons suivantes, aussi bien de la part des paysans que du projet :

- 4.1. - ou bien un déficit pluviométrique important,
- 4.2. - ou bien une installation tardive des pluies ayant entraîné un retard dans l'exécution des labours,
- 4.3. - ou, surtout, une très mauvaise distribution des pluies dans le temps et dans l'espace.

Compte tenu de ces constatations et recommandations, le PIDAC a donc mis l'accent sur la construction de nombreux barrages dont l'objectif n'est pas seulement de récupérer des terres salées comme prévu - mais visant plusieurs effets suivants :

- a) arrêter systématiquement la remontée du sel dans les rizières basses ; une remontée de sel qui fut particulièrement accélérée depuis les années sèches, préservant ainsi l'intrusion du sel dans ces terres ;
- b) de sécuriser au moins une récolte principale de riz pluvial en régularisant les quantités importantes d'eau de ruissellement retenue par les digues ;
- c) de récupérer les anciennes rizières abandonnées dû au sel, par un lessivage prolongé du sol.

En effet, compte tenu des données techniques figurant dans divers rapports de l'UPR (SOMIVAC) et des sociétés d'Ingénierie ayant participé aux études dans la région telles que le BCEOM, Louis Berger, SONED/SOGREAH, HARZA, etc..., nous savons que même en année de déficit pluviométrique, des millions de mètres cubes d'eau de ruissellement se perdent dans la Casamance, que la pente relativement très faible de ce fleuve considéré par l'UPR non pas comme un fleuve mais plutôt comme "une vallée encaissée, envahie par la mer", justifie pleinement l'alarme de la salinisation progressive des terres basses annoncée plus haut.

## II. STRATEGIE APPLIQUEE DANS LA CONSTRUCTION DES BARRAGES ANTI-SEL ET DE RETENUE

L'examen de nombreux barrages exécutés dans la région dont la plupart non fonctionnels depuis 1980, nous a amenés à adopter la stratégie suivante :

- 1. écouter les requêtes émanant des paysans en ce qui concerne la construction des barrages anti-sel ;

2. discuter avec eux sur les multiples effets bénéfiques de ces ouvrages et,
3. n'en entamer la construction que lorsque les paysans intéressés se seront engagés à participer activement aux travaux tout en étant convaincus qu'il s'agit bien de leur initiative, de leur projet et qu'il est aussi dans leur intérêt de maintenir l'ouvrage après son achèvement.

Par ailleurs, un comité de gestion composé de paysans a été créé pour chaque barrage, ce comité est formé pour assurer l'opération manuelle des vannes et l'exécution des travaux d'entretien courant de la digue.

En effet, nous sommes heureux de constater que ces tâches ont été accomplies - volontairement - dans divers barrages notamment à Katouré, Mampalago, etc...

### III. PROCEDURES DE CONCEPTION, D'EXECUTION ET DE SUIVI DES TRAVAUX

#### A. CONCEPTION ET EXECUTION

Compte tenu des dimensions relativement peu importantes de nos ouvrages intéressant en général de petits bassins, compte tenu des données techniques valables contenues dans les rapports d'études existant au niveau de la SOMIVAC, le PIDAC, (Division Génie-Rural) a pu entreprendre l'étude de 25 ouvrages faisant l'objet du programme d'infrastructure hydro-agricole arrêté au 31 Décembre 1985 (Tableau 1) - dont 13 furent achevés à la fin de l'année 1984.

Nous nous sommes efforcés de simplifier les structures et de standardiser les dimensions des parties d'ouvrages telles que l'ouverture des vannes dans le but de faciliter, à l'avenir, la fourniture des vannes de rechange.

Nous avons insisté sur une technique appropriée en utilisant au maximum des matériaux valables et disponibles localement tels que le rônier, utilisé comme pieux de battage pour renforcer la fondation, le coquillage correctement dimensionné pour la confection du béton, etc...

Nous n'avons pas remarqué, jusqu'à ce jour, de déféctuosité sur les ouvrages achevés.

L'exécution se fait en régie intéressée : c'est à dire avec les matériaux fournis à pied d'œuvre par le projet, et avec la main d'œuvre spécialisée locale (maçons, ferrailleurs, etc...).

Ceci justifie le coût relativement bas des 13 ouvrages achevés à la fin de l'année 1984 - (14.500.000 F, total des coûts directs).

Les 12 ouvrages faisant l'objet du programme 1985 sont en cours d'exécution. Le retard est dû à des contraintes administratives notamment l'achat des matériaux.

#### B. SUIVI DES TRAVAUX

Ici, nous devons tout d'abord rendre hommage à la précieuse collaboration des collègues de ISRA/DJIBELOR qui n'ont ménagé aucun effort pour mener à bonne fin le suivi des travaux.

En effet, depuis 1982, bien avant la création de la Cellule Recherche/Développement entre ISRA et SOMIVAC, les techniciens de ISRA/DJIBELOR avaient collaboré avec la Division GR en faisant le suivi de l'évolution des sols, de l'eau etc... dans nos vallées.

Depuis la création de la Cellule Recherche/Développement - Aménagement, les techniciens de l'ISRA/DJIBELOR ont étendu leurs actions aux tests agronomiques sur les sols récupérés, ce qui avait conduit aux conclusions suivantes en Décembre 1984 :

1. - les anciennes rizières salées et abandonnées à Katouré et Oulampane (100 ha au total) sont déclarées appropriées à la riziculture après les suivis et tests concluants menés durant les saisons 1983 et 1984 ;
2. - la salinité des eaux de nappe qui ont affleuré dans la partie protégée a beaucoup baissé car les sels apportés par la nappe sont vite éliminés durant l'ouverture des vannes.

Cette constatation permet d'envisager également une possibilité d'utiliser - à travers des puits superficiels - cette eau provenant d'une nappe bien rechargée - comme apport en cas d'arrêt précoce des pluies, ou même pour supporter une culture secondaire.

Cette éventualité encourageante devrait faire l'objet de recherches et d'essais sérieux avant d'être mise en pratique, car il n'est plus un secret pour le monde technique qu'il n'y a pas de développement, donc de progrès, sans recherches appropriées.

Nous terminons ce chapitre en nous félicitant des bons résultats acquis au sein de la petite Cellule Recherche/Développement/Aménagements et en souhaitant que cette coopération se poursuive pendant la phase II du projet.

#### IV. VALORISATION DES INVESTISSEMENTS ENGAGES

En faisant l'évaluation économique des barrages, nous avons mentionné, dans notre rapport de fin de mission en Février 1985 que, par suite du manque de suivi avant la construction des ouvrages, aucune figure exacte ne saurait être présentée comme base de comparaison pour l'évaluation.

Néanmoins, nous avons relaté ce que les paysans des "Vallées endiguées" nous avaient rapporté - et ce que nous avons constaté comme effets positifs des barrages :

- a) toutes les vallées endiguées avaient produit du riz pendant l'année de sécheresse 83 (Oulampane, Katouré, etc...) alors que de nombreuses autres vallées furent abandonnées, faute d'eau ;
- b) tous les paysans des vallées endiguées avaient déclaré avoir récolté beaucoup plus qu'avant la construction des ouvrages, certains avançaient des pourcentages d'apparence exagérés allant de 50 % à 100 %.

Nous n'avons aucune raison de désavouer ces paysans à qui nous devons notre respect pour leur participation volontaire dans la construction des digues, nous nous bornons simplement à présenter des effets positifs suivants, avec les 13 "barrages anti-sel et de retenue" achevés en fin 1984 :

1. - l'augmentation de la production de riz due à la régulation des eaux de ruissellement retenues par les digues pourrait être estimée; d'une façon modeste, à 250 kg/ha, ce qui représente, pour les 3.000 ha intéressés par les 13 barrages ci-dessus à une surproduction totale de :  $250 \text{ kg} \times 3.000 = 750 \text{ T}$ , ayant une valeur commerciale de  $70 \text{ F} \times 750.000 = 52.500.000 \text{ F}$ . Ceci, dès la 1ère année de mise en service des ouvrages, et semble être indéniable dans le scénario du déficit pluviométrique actuel.
2. - la production provenant des rizières récupérées sera décomptée entièrement comme bilan positif des ouvrages construits, il s'agit à partir de 1985, de la production sur 100 ha (40 à Katouré et 60 à Oulampane) déclarés rizicultivables par ISRA après des tests concluants en 1984.

Nous souhaitons que la Cellule Recherche/Développement - Aménagements puisse continuer et multiplier ses actions de suivi et de test concernant les 500 ha restant à récupérer sur les 13 barrages achevés jusqu'en fin 1985.

3. - si nous acceptons la figure présentée ci-dessus, c'est à dire une surproduction valant 52.500.000 F dès la 1ère année de mise en service des 13 ouvrages, si nous considérons les coûts directs de ces ouvrages qui s'élèveront à 14.500.000 F, nous obtiendrions un ratio bénéfice/coût 3,62 ce qui représente un investissement des plus intéressants.

Avant de terminer ce paragraphe, nous devons mentionner que, pour la construction des 13 ouvrages achevés en Décembre 1984, les paysans avaient fourni volontairement 20.200 journées de travail pour réaliser plus de 8 km de digue en terre - ce qui représente, en valeur monétaire, une participation dépassant les coûts directs des ouvrages.

Suivant la recommandation de l'USAID, des études préliminaires sur l'impact des ouvrages ont été réalisées en 1981/82 à Oulampane et Dianki et ont permis de conclure qu'il n'y a pas d'impact négatif évident sur l'environnement.

Nous avons recommandé des suivis de la part du projet dans les nouveaux sites pour déterminer les effets de l'après barrage.

Pour conclure ce chapitre, nous souhaitons vivement qu'un suivi de rendement soit effectué cette année, aux endroits des barrages en cours de construction afin d'avoir des éléments de comparaison et d'évaluation pour l'après-barrage.

## V. CONCLUSION

Devant le spectre du déficit pluviométrique qui menace la région depuis plus d'une décennie, auquel s'ajoutait la remontée du sel dans les rizières basses, les paysans riziculteurs expérimentés avaient décidé de joindre leurs efforts aux nôtres pour arrêter le sel et pour retenir les eaux de ruissellement.

Leurs intentions se sont manifestées à travers de nombreuses demandes de constructions de digues anti-sel et de retenue déposées à notre niveau.

Nous sommes très encouragés dans notre travail en sachant tout récemment que le Gouvernement, à travers son Ministre du Développement Rural, vient de décider qu'une réserve de vivre dénommée "Food For Work" - aliment pour le travail - soit allouée aux paysans qui participent aux travaux de construction de digues anti-sel et de retenue qui ne constituent qu'une première étape dans la maîtrise des eaux.

Nous vous remercions de votre attention.

**BILAN DES REALISATIONS DU G.R EN BARRAGES  
ANTI-SEL ET DE RETENUE (Janvier 80 - Déc. 85)**

Emplacement	Superficie Protégée ha	Superficie de terres salée (ha)	Longueur de la digue	Hauteur de l'ouvrage (m3)	Volume de remblai (m3)	Volume d'eau stockée (m3)	Participation des paysans(h/j)	Observation
KARTIACK	168	10	180	1.00	189	140.000	240	1980 RECONS- TRUCTION
DIANKI	200	12	300	1.10	540	14.870	675	
KOURIKITO	25		70	1.20	140	8.400	280	RETENUE
OULAMPANE	300	60	780	1.40	3.276	758.800	3.556	
KATOURE	725	40	440	1.50	2.500	4.000.000	2.022	
DJIGUINOUM	150	90	245	1.30	882	300.000	900	
MAMPALAGO	100	4	320	1.50	1.152	25.600	625	
DIANGO	650	65	445	1.50	1.246	1.516.700	700	
DIEGOUNE	228		580	1.40	1.160	760.000	1.086	RETENUE
WANGARANG	279	10	300	2.00	1.170	1.650.000	1.200	
KABADIO	25	15	275	1.30	660	61.600	711	
BANDJIKAKI	200	100	475	2.00	1.782	1.020.000	3.949	
THONCK-ESSYL	30	16	100	2.00	500	86.000	800	
BOULAYOTTE	542		39	2.00	180	3.252.000	225	RETENUE
DJIMANDE I	45		15	2.20	150	300.000	300	RETENUE
DJIMANDE II	106		125	2.50	320	813.000	640	RETENUE
KARONGUE	1.000	500	750	2.50	2.400	4.335.000	8.000	
KATOUDIE	1.200	200	880	2.60	2.112	1.730.000	5.500	
BALINGORE	227	227	4.000	1.20	3.000	760.000	6.000	
BOULOM	56	36.5	475	1.20	860	122.000	1.075	
DIANTENE	200	200	440	1.30	660	735.000	660	
BAILA I	270	50	500	1.60	750	270.000	700	
BAILA II	176	25	475	1.60	950	135.000	600	
KAMOBÉUL	450		130	1.50	280	600.000	350	RETENUE
DJINOBOR	300	300	450	1.30	700	1.000.000	875	
	7.652	1.960 <sup>5</sup>	12.789				41.669	

**PRODUCTION ANNUELLE DE RIZ PADDY DE LA CASAMANCE ET BASSE CASAMANCE  
ET CONTRIBUTION A LA PRODUCTION NATIONALE**  
(En milliers de tonnes)

Année	Production	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Basse-Casamance		35,4	31,9	8,0	13,3	42,5	50,2	45,2	19,7	53,8	24,9	5,3	38,6	34,8	5,3
Casamance		69,5	82,1	28,3	45,7	86,4	97,4	80,6	41,8	108,4	70,9	26,1	76,7	64,2	18,3
Total	Sénégal	93,5	108,2	37,9	65,6	120,6	130,5	126,4	62,9	146,4	112,7	90,2	127,01	95,0	
Rapport	Basse Casamance	50,9	38,8	28,2	29,1	49,2	51,8	56,1	47,5	49,6	35,2	20,3	50,3	54,3	34,4
Rapport	B.C./Prod. Nat. %	37,8	29,6	21,0	20,3	35,3	38,6	35,7	31,3	37,7	22,1	8,9	30,4	36,7	
Rapport	Casa/Prod. Nat. %	74,3	75,8	74,6	69,7	71,6	74,6	70,2	54,2	74	62,0	44,1	60,4	67,5	

Source: Extrait des Rapports annuels de l'Inspection Régionale de l'Agriculture (Ziguinchor), et Statistiques de la D.G.P.A., et la D.E.E.P. (SOMIVAC, 1983).



**TYPOLOGIE DES BASSINS-VERSANTS  
EN CASAMANCE**

Organisation pour la Mise en Valeur  
du Fleuve Sénégal (OMVS)  
Haut Commissariat  
Centre Royal National de Documentation  
Saint-Louis

**O.R.S.T.O.M**  
Institut Français  
de Recherche Scientifique  
pour le Développement  
en Coopération

**J.P. LAMAGAT,**  
Hydrologue  
**J.Y. LOYER,**  
Pédologue.

## 1. DESCRIPTION DU MILIEU PHYSIQUE

Pour tous les bassins des affluents de la Casamance, le schéma est le même. On distingue deux parties très différenciées sur le plan physique :

- une partie basse, en eau : le bas-fond, les mares et les marigots ;
- les zones périphériques : versants, terrasses, plateaux.

L'absence de relief marqué n'a pas permis la formation d'un réseau hydrographique dense. Malgré tout, ce réseau a réussi à morceler le plateau du Continental Terminal qui dépasse rarement la côte de 30 m.

Le Continental Terminal est constitué en Basse Casamance de grès souvent argileux avec un ou plusieurs horizons cuirassés ; l'ensemble est de perméabilité médiocre et l'aquifère de la nappe phréatique a peu de ressources. Dans la partie sud de l'estuaire (région d'Oussouye), les plateaux sont très morcelés et ceinturés d'alluvions de différentes époques du Quaternaire. Dans la partie nord (région de Bignona), le plateau est tranché au-dessous des sédiments récents par un système de failles mettant en évidence, à travers les entailles des réseaux hydrographiques, plusieurs niveaux cuirassés.

Sous l'impulsion de la houle du nord-ouest, s'est mis en place un système de flèches et de cordons littoraux qui ont fermé le vaste golfe déblayé lors de la grande régression Préholocène (15 000 - 20 000 B.P.) responsable du creusement des vallées, plus ou moins colmatées lors du Nouakchottien, qui dissèquent le plateau du Continental Terminal dont notamment les vallées de Bignona et de Baïla.

La transgression Nouakchottienne (5 000 B.P.) entraîne le comblement de l'estuaire et des basses vallées et la construction de terrasses étagées, sableuses, fréquentes dans l'estuaire et ourlant parfois le plateau du C.T.

Entre les cordons littoraux, les terrasses et les plateaux, s'est produit une sédimentation récente qui est à l'origine des vasières à mangroves, sillonnées de chenaux profonds.

Les points les plus hauts culminent à une trentaine de mètres. Dans le cas du bassin de Baïla, qui est assez représentatif de la région, la pente moyenne transversale est faible et évolue peu de l'aval vers l'amont, de 1,2 % à 1,5 %. A l'aval de Kartiack, elle descend jusqu'à 0,5 %.

La profonde pénétration des eaux marines de faible marnage et les nombreuses circonvolutions du lit du marigot indiquent que la pente longitudinale est négligeable sur toute la partie aval de Balandine. On passe de pentes longitudinales de l'ordre de  $10^{-2}$  à l'amont de Toukara (plateaux et versants)  $10^{-3}$  et même  $2.10^{-4}$  vers Kartiack.

Le cours aval d'un marigot est bordé de larges vasières avec de nombreux chenaux de tailles diverses et de multiples ramifications. Les vasières les plus basses, submergées régulièrement par la marée, sont peuplées par la mangrove (vasière ou slikke), tandis que celles qui sont rarement atteintes portent quelques touffes d'herbes ou sont dénudées avec présence d'une croûte saline (schorres ou "tanne").

En dehors des zones soumises à l'influence de la marée, les bas-fonds marécageux ou aménagés en rizières couvrent des superficies importantes de part et d'autre du cours supérieur du marigot.

L'écoulement de surface et son importance sont soumis aux contraintes de chacun des deux principaux milieux caractérisant les bassins versants de basse et moyenne-Casamance.

## 2. CONDITIONS CLIMATIQUES

Les caractéristiques du climat résultent de la position géographique de la zone intéressée et des facteurs aérologiques. La proximité de la côte induit des caractères tropicaux atténués.

Trois vents venant de directions différentes se partagent une influence majeure sur le climat de la Casamance :

- l'Alizé maritime issu de l'Anticyclone des Açores, de direction nord à nord-ouest, humide, frais et parfois froid en hiver, il intéresse la zone ouest de la Casamance.
- L'Harmattan souffle de l'est, c'est la fin de l'Alizé continental saharien. Il est très sec, avec de grandes amplitudes thermiques. Il est très évaporant en raison de sa sécheresse.
- La Mousson, qui résulte de l'Anticyclone de Saint Hélène. Elle est très chargée en eau et provoque les précipitations de juin à octobre. Dès Novembre, les alizés reprennent une position dominante.

La température moyenne annuelle est de l'ordre de 27°. Le minimum mensuel se situe en janvier et la maximum en mai-juin. A noter un minimum relatif en août et un maximum en octobre.

L'humidité relative est basse durant la saison sèche, toujours inférieure à 60 %, et se situe aux alentours de 80 %, de juillet à octobre (en moyenne).

L'insolation est relativement uniforme ; elle est importante toute l'année ; le couvert nuageux de l'hivernage crée une légère baisse.

Les vents ont été décrits ci-dessus : de novembre à avril la direction nord-est est dominante ; à partir de mai, elle passe au sud-ouest, vecteur d'humidité. Les vitesses peuvent atteindre 4 m/s en fin de saison sèche et descendre aux alentours de 1 m/s en hivernage. Lors du passage des grains, on enregistre des vitesses de l'ordre de 20 m/s.

L'ETP (évapotranspiration potentielle) est importante, elle est évaluée à 1 500 mm.

L'analyse de la pluviométrie annuelle pour différentes périodes permet de tracer les isohètes de la figure 3. Celle-ci permet de constater le glissement très marqué vers le sud des lignes 1 300 à 1 700 mm.

Dans le cadre de l'étude hydrologique du marigot de Baïla, une étude des isohètes interannuelles pour diverses périodes a permis de dégager les résultats suivants :

- période humide, de 1954 à 1970 ;
- période sèche, depuis 1968, avec des variations interannuelles importantes et surtout une diminution très marquée des hauteurs annuelles précipitées.

Le déficit est très apparent si l'on compare les hauteurs moyennes par décennie à la moyenne de la période d'observation. On note que pour les dix dernières années, la moyenne est inférieure à 90 % de la moyenne interannuelle, alors que pour la décennie 1959-1968, les chiffres sont très proches de cette dernière.

### 3. ÉCOULEMENT DE SURFACE

Comme expliqué dans ce qui précède, l'écoulement de surface est bien différencié suivant la partie du bassin sur laquelle on l'observe.

Les études hydrologiques effectuées par l'ORSTOM sur le bassin de Baïla ont permis d'effectuer une évaluation assez précise des coefficients d'écoulement selon les

## zones observées :

- pour la zone exondée : plateaux - versants - terrasses, le coefficient d'écoulement ressort à 0,17 %, chiffre très faible ;
- pour les zones basses, la quasi permanence de la submersion leur confère un coefficient d'écoulement différent. Il faut distinguer deux sous-zones :
  - les vasières, qui ont un  $K_e$  de l'ordre de 100 %,
  - les schorres, qui englobent la partie terminale du domaine des *Avicennia nitida* et les tannes. Le coefficient d'écoulement est ici de 75 %.

Il résulte un coefficient moyen de l'ordre de 80 % pour les zones basses.

L'observation des divers sous-bassins permet de tirer les conclusions en ce qui concerne les coefficients d'écoulement :

- diminution d'amont en aval des surfaces à  $K_e = 0,17$  % ;
- augmentation de celles à  $K_e = 80$  % ;
- croissance de  $K_e$  d'amont en aval.

Le tableau n° 1 ci-dessous est très intéressant quant à la progression du  $K_e$  lorsqu'on va de l'amont vers l'aval sur le bassin du marigot de Baïla.

Tableau n° 1 (ci-dessous)

Caractères des zones d'écoul. Stations	Surf. totales des BV ( $\text{Km}^2$ )	Surfaces à $K_e = 0,17$ % ( $\text{Km}^2$ )	Surfaces à $K_e = 80$ % ( $\text{km}^2$ )	$K_e$ moyen en %
Toukara	324	324	0	0,17
Djibidione	644	632	12	1,66
Balandine	852	816	36	3,54
Baïla	1342	1241	101	6,10
Kartiack	1634	1438	196	9,75

Les observations effectuées sur le bassin de Bignona en 1970-71, année de pluviométrie sensiblement moyenne, ont aussi permis de dégager les résultats qui se trouvent dans le tableau n° 2.

Tableau n° 2 :

Marigot de Bignona contrôlé à	Superficie totale km <sup>2</sup>	Superficie des zones basses km <sup>2</sup> (à Ke = 0,8)	Reste du bassin km <sup>2</sup> (à Ke = 0,06)	Coefficient d'écoulement global %
Bignona	306	1,7	304,3	6,4
Etékomé	509	29,8	479,2	10,3
Djiloguire	650	64	586	13,3
Elora	718	107	611	17

Pendant l'année 1966-67, Y. BRUNET-MORET a trouvé des coefficients d'écoulement tout à fait comparables dans la zone. A Kolda, le coefficient pour une pluviométrie proche de la normale est de 6 %.

En 1966-67, les bassins de Djinonaye, Tankoron et Django ont donné les résultats consignés dans le tableau n° 3.

Tableau n° 3 :

Bassin	Km <sup>2</sup>	He mm	P mm	Ke %
Djinonaye	11	32	1355	2,4
Tankoron	43	140	1330	10,5
Django	135	140	1255	11,2

En 1970-71, les deux premiers bassins présentent des Ke plus faibles, la pluviométrie étant cette année-là proche de la moyenne : 6,2 % à Tankoron et 8,1 % à Django. La même année, on observait 8,6 % d'écoulement à Sindian et 5,6 % à Sandougou.

De tout cela, il ressort que les coefficients d'écoulement sont relativement homogènes dans toute la zone qui nous intéresse et qu'il faut considérer que le coefficient d'écoulement efficace est de l'ordre de 5 à 6 % au niveau des exutoires de bassins pour une pluviométrie moyenne.

#### 4. TYPOLOGIE DES SOLS

Au plan pédologique, la basse et la moyenne-Casamance dans lesquelles se situe la problématique des ouvrages antisels, sont couvertes par deux grands domaines plus ou moins interdépendants quant à leur fonctionnement :

- le domaine exondé des plateaux,
- le domaine fluvio- marin.

Dans chacun d'eux, la répartition des sols se fait de façon relativement régulière en fonction de deux principaux facteurs de formation = le matériau originel et la topographie ou les aménagements, qui permettent la différenciation de caractères d'hydromorphie, de salure ou d'acidité, liés à un excès ou un déficit hydrique.

4.1. En domaine exondé, la toposéquence représentative est la suivante (cf. fig. 1 et 2) :

Au sommet des plateaux, les "sols Rouges" faiblement ferrallitiques différenciés sur matériau sablo-argileux du Continental Terminal ; profonds à texture légère au moins en surface, poreux, friables. Chimiquement pauvres car très désaturés en bases, bien drainés, ils constituent des milieux secs ; ils sont couverts soit par la forêt, soit par les cultures pluviales annuelles (mil, arachide, maïs...). Ce sont des sols très fragiles qui nécessitent une bonne couverture végétale ou des défrichements et aménagements cultureux prudents pour être protégés contre l'érosion.

Le moyen terme de la séquence est constitué par les "sols Beiges", ferrugineux tropicaux lessivés développés sur le même matériau sablo-argileux ; ils diffèrent des sols Rouges par la présence d'un horizon d'accumulation d'argile qui leur confère une capacité de rétention et une réserve en eau utile plus importantes. Du fait de cette texture plus fine, ils peuvent subir un engorgement temporaire plus ou moins prolongé selon leur position topographique et présentent alors un caractère d'hydromorphie à pseudogley. Dans la partie moyenne et amont du bassin de la Casamance, ils sont associés à des cuirasses ou gravillons ferrugineux qui font par contre pratiquement totalement défaut en Casamance maritime. Ils sont couverts de forêt ou cultivés ; après défrichement, leur sensibilité à l'érosion hydrique est forte, même sur faible pente (cf. travaux de Séfa).

Le terme ultime de ce domaine est constitué par les "sols Gris" hydromorphes, limités à une frange plus ou moins étroite en fin de pente. Du fait de leur position topographique, ils bénéficient de l'apport latéral de la nappe du Continental Terminal et sont

très engorgés, ce qui entraîne une déferrification et un appauvrissement des profils généralement très sableux. Chimiquement pauvres, ils présentent un intérêt cultural grâce à leur régime hydrique très humide, qui favorise l'installation de cultures post-hivernage.

4.2. En domaine fluvio-marin, la répartition des sols est plus complexe, néanmoins le schéma général d'organisation des différentes unités pédologiques dans les vallées de Casamance est le suivant (cf. fig. 1 et 2) :

En tête de vallée, se raccordant aux "sols gris", sont différenciés des sols de fond de vallée hydromorphes à gley ou pseudogley, argileux (localement sableux), reposant sur sables en profondeur et soumis à l'influence d'une nappe saisonnière d'eau douce profonde. Des traces d'anciennes influences marines peuvent y être décelées en profondeur sous forme de racines de palétuviers. Normalement sains, ces sols sont actuellement sur les zones les plus basses (terrasses), soumis à une contamination par les sels du fait de la pénétration de la nappe salée en profondeur. Les fortes remontées capillaires de saison sèche font que les horizons de surface sont parfois eux-mêmes atteints par les sels (structures poudreuses). Cette unité est traditionnellement occupée par les rizières douces et totalement aménagée en parcellaire ; elle constitue la meilleure potentialité rizicole des vallées mais nécessite dans les conditions actuelles, en maints endroits, un aménagement léger pour assurer une protection antisel et une rétention d'eau suffisante. La transition avec l'unité suivante se fait par plusieurs niveaux de terrasses emboîtées qui sont les plus contaminés par les remontées salines et occupés par des sols peu évolués ou hydromorphes, aménagés en rizières actuellement abandonnées dans les parties basses.

Les sols de Tannes : directement en prolongement de la zone des terrasses, sont atteints par les marées de vives-eaux et occupés selon le degré de salinité soit par des herbacées en zone de bordure ou sur des îlots (tanne herbacé et à halophytes, Paspalum, Scirpus...), soit par le sol nu à structure poudreuse ou à croûte saline (tanne vif). Ces unités sont caractérisées par la présence de sols parasulfatés acides, relativement évolués par rapport à la vasière et ayant subi une certaine maturation physique. Leur caractéristique principale est d'être à l'heure actuelle hypersalés et de constituer des bassins d'évaporation intense. Leur niveau d'acidité est bas (pH 3 à 4,5) ; les sulfates y précipitent sous des formes diverses : jarosite, gypse ou même sulfates d'alumine hydratée. Cette unité apparaît aujourd'hui en nette augmentation de superficie par rapport aux années antérieures ; du fait du déficit hydrique en effet, le tanne envahit le paysage en particulier sur la rive droite de la



Casamance où tous les affluents majeurs : Baïla, Bignona, Soungrougrou... sont atteints. En rive gauche, leur extension est plus limitée du fait de la configuration même des sous-bassins et de leur situation plus équatoriale. La principale contrainte à la riziculture de cette unité est actuellement l'hypersalinité des nappes et des sols qui a eu sans doute par ailleurs un effet bénéfique sur le pli de ces sols après oxydation. Néanmoins, ils restent riches en sulfates et il serait dangereux de les isoler totalement par la fermeture d'un bassin qui constituerait un véritable piège à chlorures et à sulfates (type Bao Bolon). Leur assainissement est possible par drainage grâce à un aménagement méthodique et progressif calé sur les disponibilités en eaux douces (cf. Koubalan, LE BRUSQ-BOIVIN). Cette unité est "poldérisable", il importe néanmoins de savoir si après dessalement, diverses formes de toxicité dues à l'aluminium ou au fer ne se manifesteront pas (exp. en cours, ORSTOM - Dakar).

Les vasières à mangrove proprement dites sont caractérisées par deux grands types de sols :

- Les sols sulfatés acides, qui ont déjà subi par oxydation une acidification due soit à un drainage artificiel (aménagements ILACO), soit à un abaissement naturel du plan d'eau. Ils sont occupés actuellement par une mangrove dite "décadente" constituée de nombreux restes d'Avicennia associés à des tapis discontinus d'halophytes (Sesuvium, Phylloxerus). Au plan physique, ces sols ne sont pas ou très peu maturés (sur quelques centimètres) ; cliniquement, les nappes sont actuellement à des salinités supérieures à celle de l'eau de mer et riches en produits sulfurés et sulfatés (les sols sont souvent potentiellement sulfatés acides à moyenne profondeur). Leur aménagement pour la riziculture est délicate compte tenu des faibles disponibilités en eau douce à ce niveau des bassins et de leur état de dégradation chimique (pli très bas) ; leur poldérisation serait longue et difficilement envisageable sous les conditions actuelles. Par contre, contrôlées par un plan d'eau artificiel alternativement saumâtre et marin, elles peuvent constituer des zones tampons intéressantes pour la régénération des palétuviers et la pisciculture.
- Les sols potentiellement sulfatés acides, soumis à l'influence des marées biquotidiennes ; ils sont plus ou moins riches en fibres selon la nature du peuplement de palétuviers (Rhizophora très fibreux et actif fixateur des sulfates marins par rapport à l'Avicennia) ; leur caractéristique principale est leur grande richesse en sulfures (sous forme de pyrite) qui restent réduits tant que la submersion s'y maintient et le pH neutre. Ils sont par ailleurs

très riches en matière organique constituant des supports intéressants pour la riziculture. Leurs contraintes physiques sont liées à une non structuration et une forte saturation en eau (150 à 300 %) qui leur confère un certain gonflement. La fonction essentielle des barrages antisels est de maintenir ces sols dans leur état submergé pour éviter leur oxydation puis leur acidification brutale.

Après la mise en service de Guidel, puis celle de Affiniam, d'autres projets sont envisagés en Casamance en domaine maritime (Kamobeul), mais aussi en domaine plus continental (Baïla, Soungrougrou). La question qui se pose alors aujourd'hui au sujet de ces ouvrages est leur justification même compte tenu des conditions actuelles qui ont très sensiblement évolué depuis leur phase de conception au cours des années 1961-65. A cette époque, la moyenne quinquennale des précipitations se situait à 1 425 mm à Ziguinchor : elle est aujourd'hui voisine des 1 000 mm.

Sous ces conditions, d'une part le milieu pédologique a lui-même fortement évolué avec une augmentation sensible des surfaces de tannes et de mangroves décadentes pour lesquelles ce type d'aménagement est inadapté et, d'autre part, la fonction réservoir du barrage situé très en aval n'est plus pleinement assurée.

## 5. CONCLUSION

Il paraît important aujourd'hui de resituer ces projets d'aménagements dans leur contexte actuel de façon à ne décider du type de barrage et de son site d'implantation qu'en ayant une connaissance précise des paramètres hydrologiques et pédologiques de ces bassins versants en pleine évolution. Devant des situations aussi diversifiées dans l'espace et dans le temps, la Recherche recommande que chaque cas fasse l'objet d'une approche personnalisée pour aider à résoudre de la façon la plus judicieuse les problèmes de l'aménagement hydro-agricole en Casamance.

Fig. 3 - CASAMANCE - ISOHYETES MOYENNES ANNUELLES

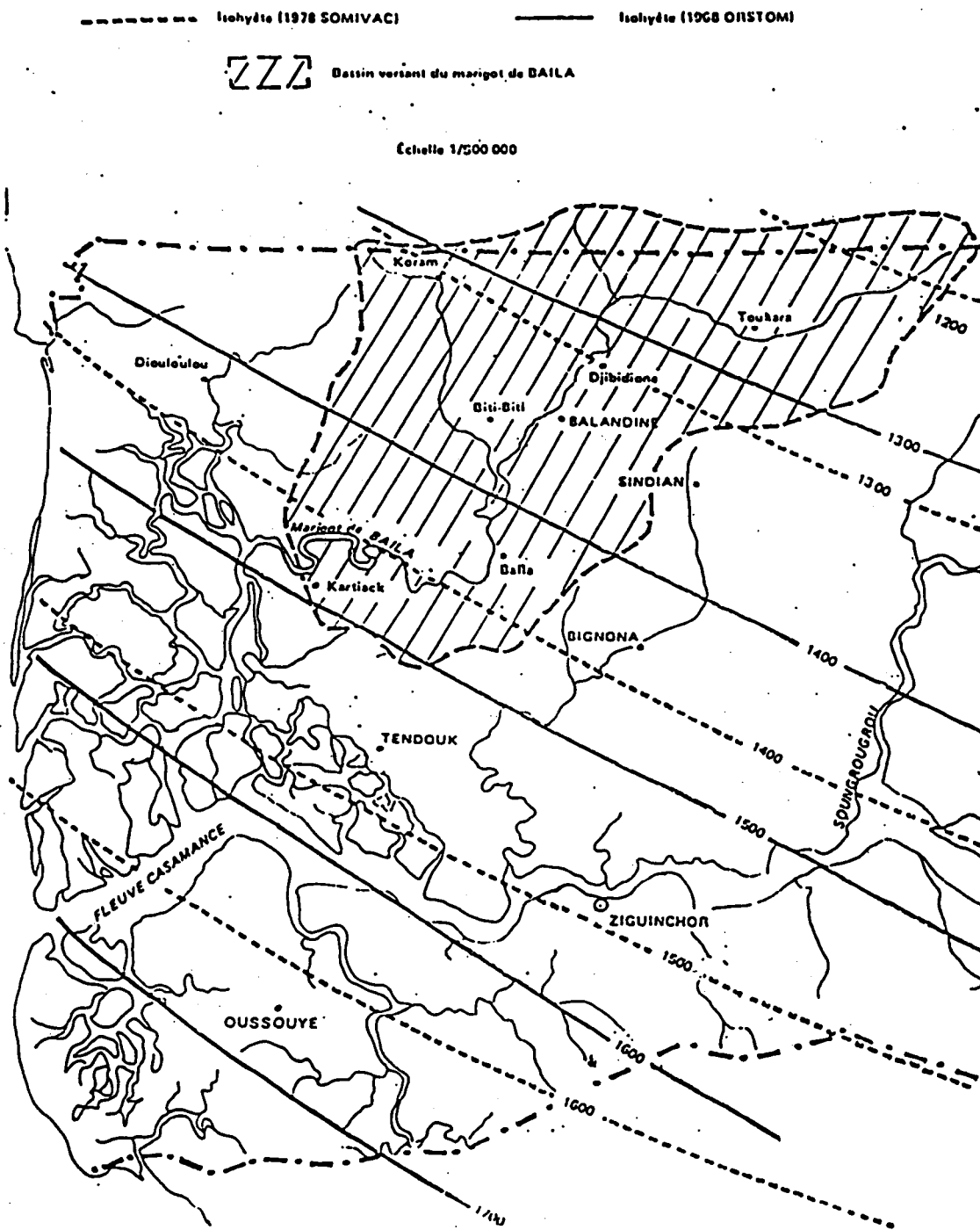
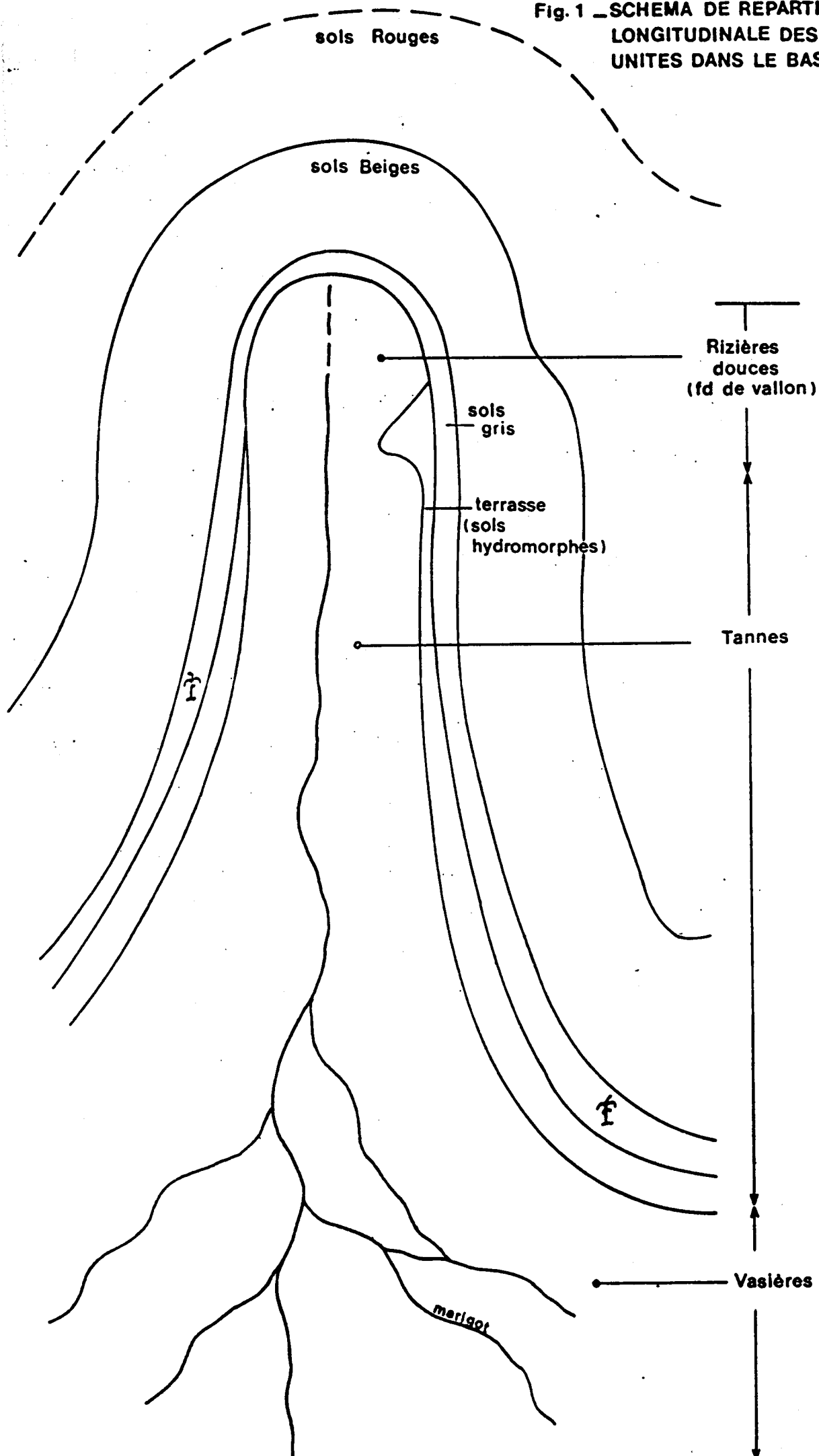


Fig. 1 - SCHEMA DE REPARTITION 48  
LONGITUDINALE DES DIFFERENTES  
UNITES DANS LE BASSIN VERSANT



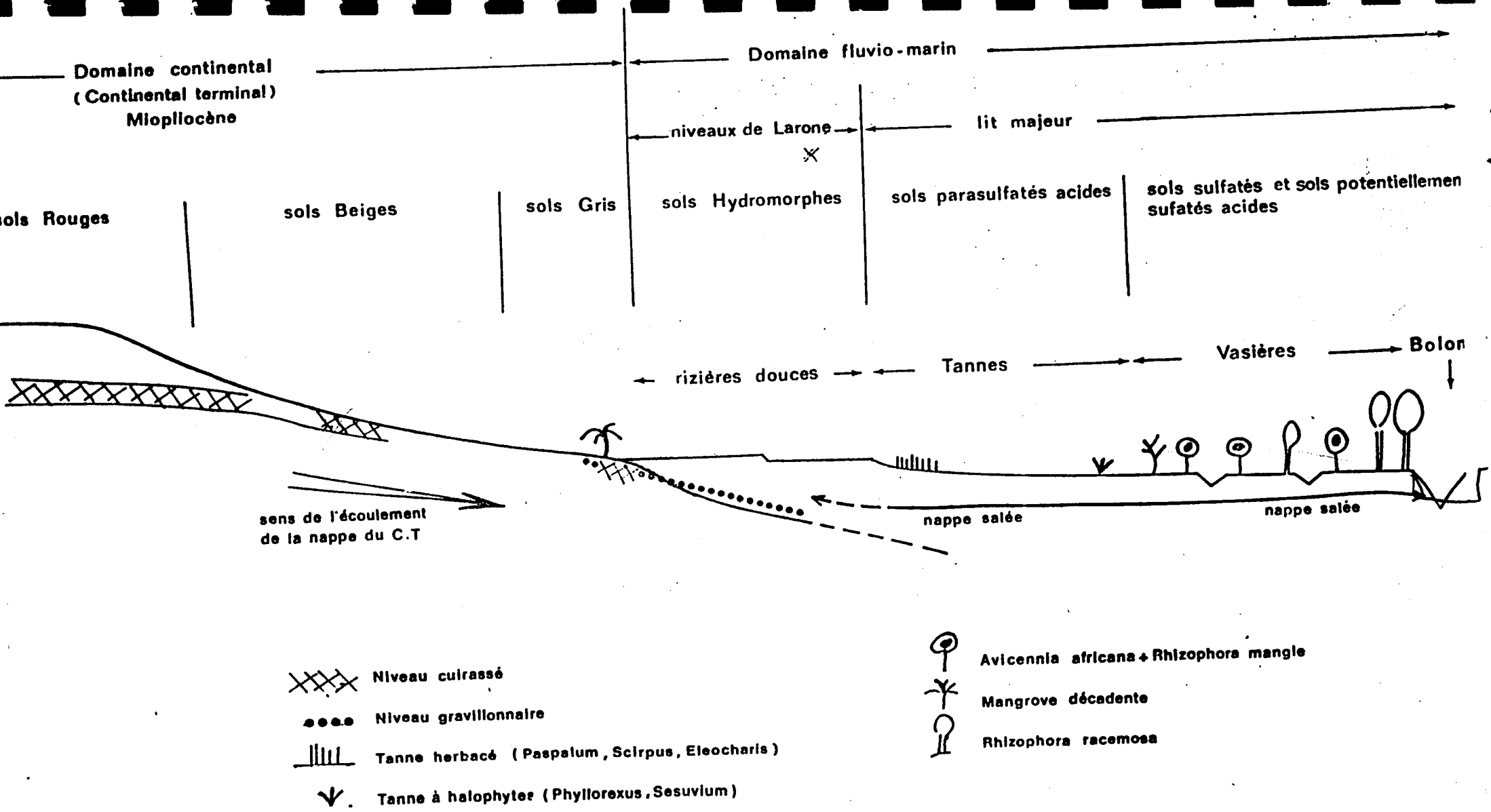


Fig. 2 -SCHEMA DE LA TOPOSEQUENCE CLASSIQUE TRANSVERSALEMENT AU MARIGOT

**SUIVIS DES ZONES SALEES  
EN BASSE-CASAMANCE**

*Organisation pour la Mise en Valeur  
du Fleuve Sénégal (OMVS)  
Haut Commissariat  
Centre Régional de Documentation  
Saint-Louis*

**INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES  
CENTRE DE RECHERCHES AGRICOLES DE  
DJIBELOR**

**B. BARRY  
J. POSNER**

## PROGRAMME DE SUIVIS DANS LES ZONES SALEES DE BASSE-CASAMANCE

Les terres salées de Basse-Casamance (mangroves + tannes) couvrent d'importantes superficies (environ 180.000 ha, Etude ILACO) réparties le long des principaux marigots communément appelés Bolong.

Sur la base des connaissances déjà acquises sur les sols sulfatés-acides de mangrove du Sénégal (ORSTOM - ISRA etc...), notamment sur leur caractérisation morphologique et physico-chimique, leur cartographie, leur classification, plusieurs solutions de récupération à des fins rizicoles ont été proposées.

L'une des solutions retenues est la construction de barrages anti-sel sur les différents bolongs de Basse-Casamance, solution qui en principe devrait permettre la récupération et la mise en valeur d'importantes superficies (tableau n° 1).

Tableau n° 1 : Superficies des Bassins Versants en Basse-Casamance (Etude HARZA)

Bassin Versant	Superficie	Bassin Versant	Superficie
Bignona	770 km <sup>2</sup>	Guidel	145 km <sup>2</sup>
Baïla	1642 km <sup>2</sup>	Agnack	135 km <sup>2</sup>
Kamobeul	700 km <sup>2</sup>		

C'est ainsi que plusieurs ouvrages hydrotechniques (barrages et digues antisel) ont été construits sur des affluents primaires ou secondaires du fleuve Casamance. Le barrage-écluse de Guidel qui est le premier à voir le jour est un ouvrage test destiné d'une part à accélérer le processus de désalémentation et d'autre part, à empêcher l'oxydation et l'acidification des sols sulfatés-acides pendant la contre-saison grâce à l'admission d'eau salée du fleuve en marée haute.

Les digues anti-sel construites par le Génie Rural du PIDAC contrairement au schéma d'aménagement de Guidel où le barrage exécuté dans le lit mineur du Bolong principal, à côté du point de confluence de ce dernier avec le fleuve Casamance, sont implantées généralement sur un affluent secondaire. Elles sont essentiellement destinées à stopper la remontée de la langue salée dans les rizières en marée haute et à stocker les eaux de ruissellement pendant l'hivernage, permettant ainsi de mener à bon terme la riziculture aquatique en amont.

## Analyse des Résultats Obtenus

### 1. Nappe phréatique

#### 1.1. Hauteur de la nappe (figure n° 1a)

Les fluctuations de la nappe sont différentes d'un site à l'autre. A Boukitingo par exemple pendant 3 ans, la nappe a affleuré très tôt, après seulement 200 mm de précipitations alors qu'à Boulador ce même phénomène n'est enregistré qu'après 450 mm de précipitations. A Tendimane, sur une "ancienne" rizière aquatique, pour la même période d'observation (3 ans) il n'y a jamais eu d'affleurement de nappe même après 850 mm de précipitations.

#### 1.2. Conductivité électrique de la nappe (figure n° 1b)

Les eaux de la nappe dans la majorité des cas suivis restent très salées, mais selon la situation de la parcelle par rapport au Bolong on note une certaine différence. C'est ainsi que pour les rizières très proches du Bolong (Boukitingo) la salinité des eaux de nappe est plus élevée au début de l'hivernage que dans les rizières situées un peu plus en amont (Boulador).

En 3 ans d'observation, nous avons noté que pour la période allant du 15/08 au 15/11, la conductivité des eaux de nappe dans les rizières productives varie entre 5 à 20 mmhos/cm<sup>2</sup>.

#### 1.3. pH de la nappe (Figure n° 1c)

Dans les rizières basses, le pH des eaux de nappe varie presque toujours entre 5 et 7, alors que dans les rizières situées en bordure de plateau, il varie entre 3 et 5.

### 2 Eaux de surface (figure n° 2)

#### 2.1. Bolong

Le dessalement des eaux du Bolong est surtout fonction de la pluviométrie. Dans le cas de la figure 2, nous comparons la courbe de dessalement à Boulador en 1983 (580 mm) avec celle de 1984 (1015 mm). Avec une différence importante de pluie, le rythme de dessalement a été nettement accéléré. La plus petite valeur de conductivité



enregistrée se situe en fin août (14 mmhc).  
A Boukitingo par exemple, la pluviométrie et  
d'observations (1037 mm en 1983 et 1115 mm en 1984)  
sont restées identiques.

## 2.2. L'eau de submersion des casiers

Etant donnée la hauteur non négligeable,  
l'eau de submersion provient essentiellement des eaux de pluies  
dans les casiers. Le ruissellement est quasiment inexistant. Dans  
certains cas, nous avons noté que cette eau piégée dans les parcelles restait  
pendant une période d'au moins 4 à 6 semaines.

Le dessalement des sols se fait uniquement par cette lame d'eau douce  
dans les rizières.

## 3. Les sols

L'analyse des sols a été effectuée sur des échantillons prélevés tous les  
15 jours dans chaque rizière. Les analyses de conductivité ont été effectuées sur la pâte  
saturée de la couche 0-10 cm.

La pâte saturée représente bien le milieu physique dans lequel les paysans  
repiquent le riz aquatique.

Dans les rizières situées à proximité du Bolong, les fluctuations de la salinité des sols  
sont identiques. Sur une période relativement courte, le niveau de salinité des sols dans  
les différentes rizières est très faible, mais il remonte très rapidement compromettant  
la récolte du riz. La différence au niveau des sites choisis repose surtout sur la longueur  
de la période pendant laquelle les rizières restent dessalées, (quand la conductivité élec-  
trique de la pâte saturée est égale ou inférieure à 5 mmhos/cm) (voir tableau n° 2).

En 1983, à cause de la faible pluviométrie enregistrée, il n'y a pas eu de  
dessalement significatif des sols dans les différents casiers suivis. En 1984, bien que la  
pluviométrie soit meilleure en tout point de vue que celle de 1983, on observe tout de  
même une réduction de la période de dessalement par rapport à 1982, du fait de l'accumu-  
lation des sels en 1983.

**Tableau n° 2 : Nombre de semaines de dessalement (C.E pâte saturée  
5 mmhos/cm). Casiers suivis**

Villages	Nombre de semaines de dessalement		
	1982	1983	1984
. Boukitingo	16	6	12
. Maoua	10	2	0
. Boulandor	14	2	8
. Mahamouda	10	0	6

Les sites de Boulom et Tendimane ne figurent pas dans ce tableau parce que les rizières suivies dans ces zones sont moins salées que celles mentionnées.

#### 4. les rendements

Le tableau n° 3 résume les dates de repiquage et les rendements dans les rizières suivies. L'année 1983 a été désastreuse pour la riziculture aquatique du fait du niveau élevé de la salinité des sols pendant tout le cycle de l'hivernage. Cependant durant les années 1982 et 1984, les paysans n'ont pu repiquer le riz qu'après 688 mm en 82 et 931 mm en 1984, c'est-à-dire en mi-septembre.

Le repiquage tardif du riz (après le 15 août) et la fin de l'hivernage en début octobre provoquent des baisses considérables de rendements.

Tableau n° 3 : Rendements de riz dans les zones salées

Site	1 9 8 2			1 9 8 3			1 9 8 4		
	Date de repiquage j/mois	Pluie avant repiquage (mm)	Rendement (kg/ha)	Date de repiquage J/mois	Pluie avant repiquage (mm)	Rendement (kg/ha)	Date de repiquage j/mois	Pluie avant repiquage (mm)	Rendement (kg/ha)
Boukitingo	30/09	748	1108	27/09	1033	288	17/09	973	924
Maoua	7/09	747	300	-	-	-	3/09	907	0
Boulandor	2/09	685	800	-	-	-	10/09	861	246
Mahamouda	20/09	530	40	-	-	-	21/09	924	0

## I. - Suivi des rizières et des eaux dans les zones protégées par un ouvrage hydrotechnique

Ce suivi concerne deux types de barrages anti-sel Guidel et Katouré.

### A. - suivi du barrage de Guidel

#### 1. - Eaux de surface :

Le suivi des eaux de surface sur le Bolong de Guidel a été fait au niveau de 6 stations d'observations réparties comme suit :

1. station en aval de barrage
- 5 stations en amont de barrage réparties le long du bolong.

#### 1.1. - Analyses qualitatives des eaux de surface

Ces analyses effectuées concernent d'une part le pH et d'autre part la salinité des eaux (figure n° 3).

Les valeurs les plus faibles du niveau de salinité en amont de barrage varient entre 6 et 10 % (septembre 84) mais déjà au mois d'octobre on assiste à une nette remontée de la salinité.

Si on fait une analyse le long du bolong on constate que le taux de salinité baisse au fur et à mesure que l'on s'éloigne du barrage.

La station située le plus en amont (casier de Soukouta) S7 présente un niveau de salinité moins élevé que celui enregistré au pied du barrage (st 2). (en amont).

L'étude de la salinité dans la zone protégée par le barrage fait apparaître un phénomène très intéressant qui se trouve être la stratification des eaux du bolong due peut-être à la nappe phréatique dont l'écoulement est dirigé vers le lit mineur du bolong de Guidel.

En aval de barrage (figure 3), la zone étant continuellement soumise au phénomène de marée (St 1), les niveaux de salinités restent en permanence très élevés. Les valeurs sont presque toujours comprises entre 25 % et 40 %.

#### 1.2. - Analyses quantitatives des eaux stockées en amont de barrage

L'estimation correcte de ces données devant permettre de mieux gérer l'ouvrage, il s'avère nécessaire de quantifier d'une manière précise, l'ensemble des volumes stockés, admis ou évacués.

Tableau n° 4 : Volume d'eau dans la rétention

Dates	Volume initial	Volume final	Volume évacué	Volume admis
2 - 07 - 84	$3,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$0,500 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$3,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	-
1 - 08 - 84	$3,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$1,100 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$2,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	-
11 - 08 - 84	$3,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	-	-	-
13 - 09 - 84	$4,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$3,1 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	-
7 - 02 - 85	$1,00 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$1,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	-	$0,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
6 - 03 - 85	$0,500 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	$1,45 \cdot 10^6 \text{ m}^3$	-	$0,950 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Du fait de la stratification des eaux dans la retenue, nous avons procédé à des vidanges par le fond afin d'évacuer le maximum d'eau salée située en profondeur et de retenir la couche superficielle moins salée. Cette technique, il faut le rappeler est différente de celle adoptée durant la campagne 83-84 qui consistait à soulever complètement les portes et évacuer le maximum d'eau en très peu de temps.

## 2. - Nappe phréatique

La pente piézométrique est très faible. Dans le lit majeur du bolong, elle est presque identique à celle du terrain. D'autre part, le toit de la nappe est orienté vers le marigot.

### 2.1. - Hauteur de nappe (situation au niveau du piézomètre S7) fig. n° 4.

La nappe remonte très vite avec la pluviométrie et les fluctuations observées sont essentiellement dues aux opérations d'ouvertures et de fermetures au niveau du barrage. Quand le barrage est ouvert, on note un écoulement plus rapide vers le bolong du fait des variations de pressions créées.

### 2.2. - Salinité de la nappe (figure n° 4)

Les niveaux de salinité sont très élevés même au mois de septembre 32 %. Bien que l'hivernage 84 soit meilleur à celui de 83, il n'y a pas eu de variation très significative du niveau de salinité.

### 2.3. - pH de nappe

Les pH en 1983 et 1984 sont restés les mêmes affichant des valeurs entre 4,5 et 6.

### 3. - Sols : figure n° 5 (suivi du niveau du casier de Soukouta S7).

3.1. - pH des sols : le pH est resté acide mais toutefois les valeurs enregistrées se situent sensiblement entre 4,8 et 6,2. On note une augmentation des valeurs de pH avec les premières pluies tout au moins pour ce qui est de l'horizon 0-10 cm.

### 3.2. - Salinité des sols : (Extrait 1/5)

Par rapport à l'année 1983, nous avons noté une diminution de la salinité des couches superficielles. Pendant plus de 25 jours, la conductivité électrique à l'extrait 1/5 était inférieure à 5 mmhos/cm mais la remontée est très rapide dès l'instant que l'on a un trou de sécheresse (août 1984).

La remontée de la nappe phréatique très salée est également une contrainte pour le maintien d'un niveau de salinité relativement bas.

Le facteur limitant pour la riziculture sur les terres basses en amont de Guidel reste la salinité élevée aussi bien des sols que des eaux de nappe et de surface.

## B. - Suivi barrage de Katouré

### 1. - Nappe phréatique

#### 1.1. - Salinité de la nappe phréatique

Dans la partie protégée par le barrage, la salinité des eaux de la nappe après la fermeture du barrage est restée très faible, même dans le lit mineur du bolong, du fait de la rétention d'eau douce dans cette zone. Dans la partie aval, soumise au phénomène de marée les niveaux se sont maintenus à des valeurs très élevées à l'exception de la zone des sols gris de nappe.

#### 1.2. - pH de nappe

Aussi bien en amont qu'en aval de barrage les valeurs fluctuent entre 5 et 6.

#### 1.3. - Hauteur de nappe

Grâce à la rétention créée derrière le barrage, la nappe a affleuré pendant presque toute la période de culture.

## 2. - Eau de surface : figure n° 5

Zone protégée par le barrage : les variations du taux de salinité après fermeture complète des vannes n'ont guère été significatives. Les valeurs enregistrées varient entre 1 mmhos/cm et 2 mmhos/cm. Le pH de ces eaux varie entre 6 et 7. (situation favorable pour toute culture).

### Zone non protégée : Aval barrage

Il faut noter deux choses très importantes :

- La salinité est restée très faible tant que le barrage est resté ouvert du fait de la masse d'eau très importante et peu salée évacuée de la partie Amont durant les fortes pluies de juillet et septembre. Ceci est mis en évidence surtout après la fermeture complète ; on constate alors une remontée spectaculaire des taux de salinité.
- le pH quant à lui est resté très élevé affichant les mêmes valeurs que celles du bolong (pH entre 6 et 8).

## 3. - Sols : figure n°

3.1. - pH des sols : suivant le profil du sol on observe, une baisse des valeurs de pH surtout en amont :

- . Pour l'horizon 0-10 cm le pH est compris entre 4 et 6,5
- . Pour l'horizon 80-90 cm le pH affiche les valeurs entre 3 et 5.

On rencontre dans le lit mineur des racines de Rhyzophora en profondeur ce qui pourrait expliquer les faibles valeurs de pH.

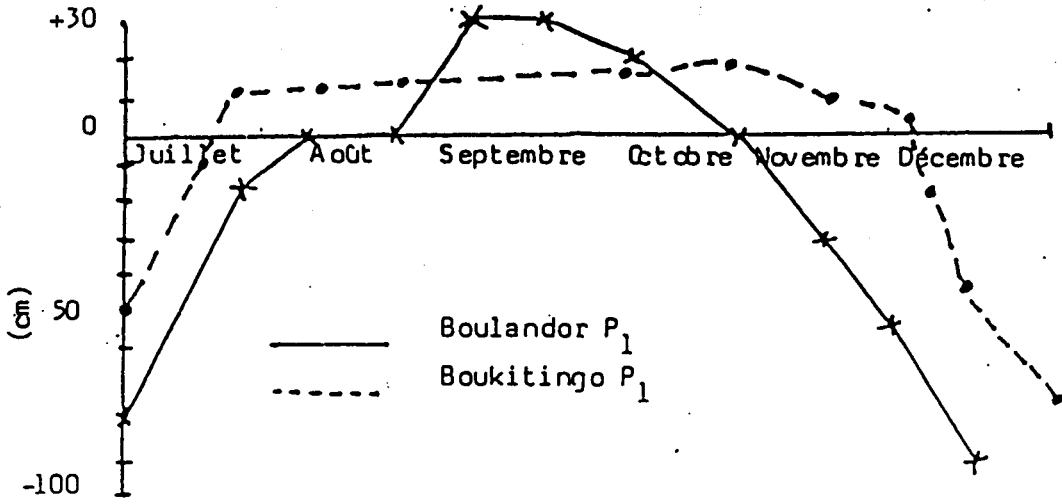
En aval de barrage, le pH des sols est légèrement plus élevé 5 - 7. Pour les horizons superficiels (0-10 cm).

### 3.2. - Salinité des sols (Extrait 1/5)

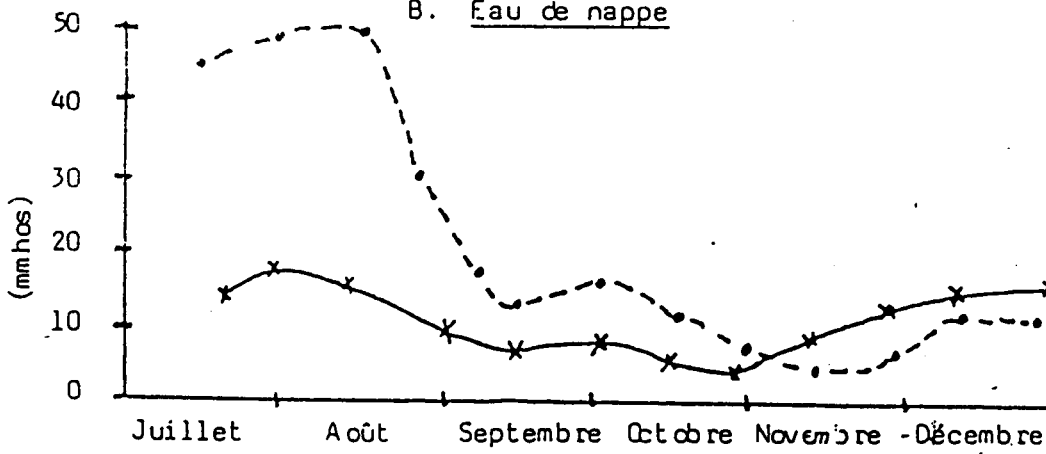
Le lessivage des sels de la couche 0-10 cm a été très rapide, si bien qu'au mois d'août déjà on a enregistré presque partout dans la zone protégée des niveaux inférieurs au seuil de tolérance du riz (10 mmhos/cm ou la pâte saturée).

En aval de barrage, les faibles niveaux de salinité observés au moment où le barrage est resté ouvert n'ont pas pu être maintenus pendant longtemps du fait de l'influence de la marée dans cette zone.

A. Hauteur de la nappe



B. Eau de nappe



C. Eau de nappe

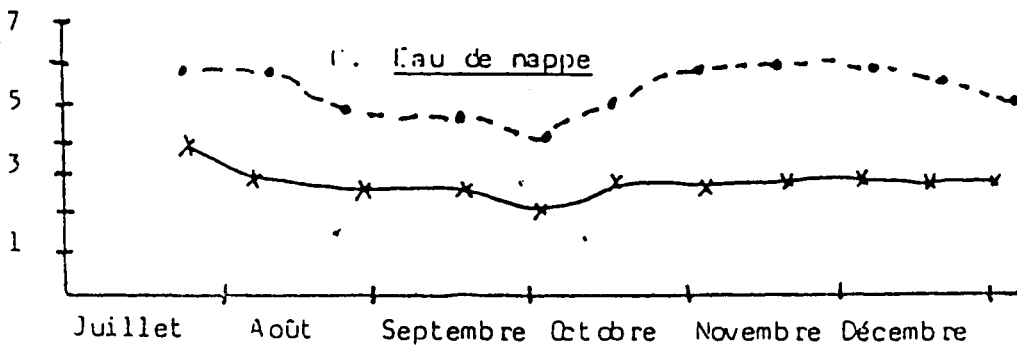




Figure n° 2 : Evolution de la salinité (mmhos) des bolongs en Baie-Casamance

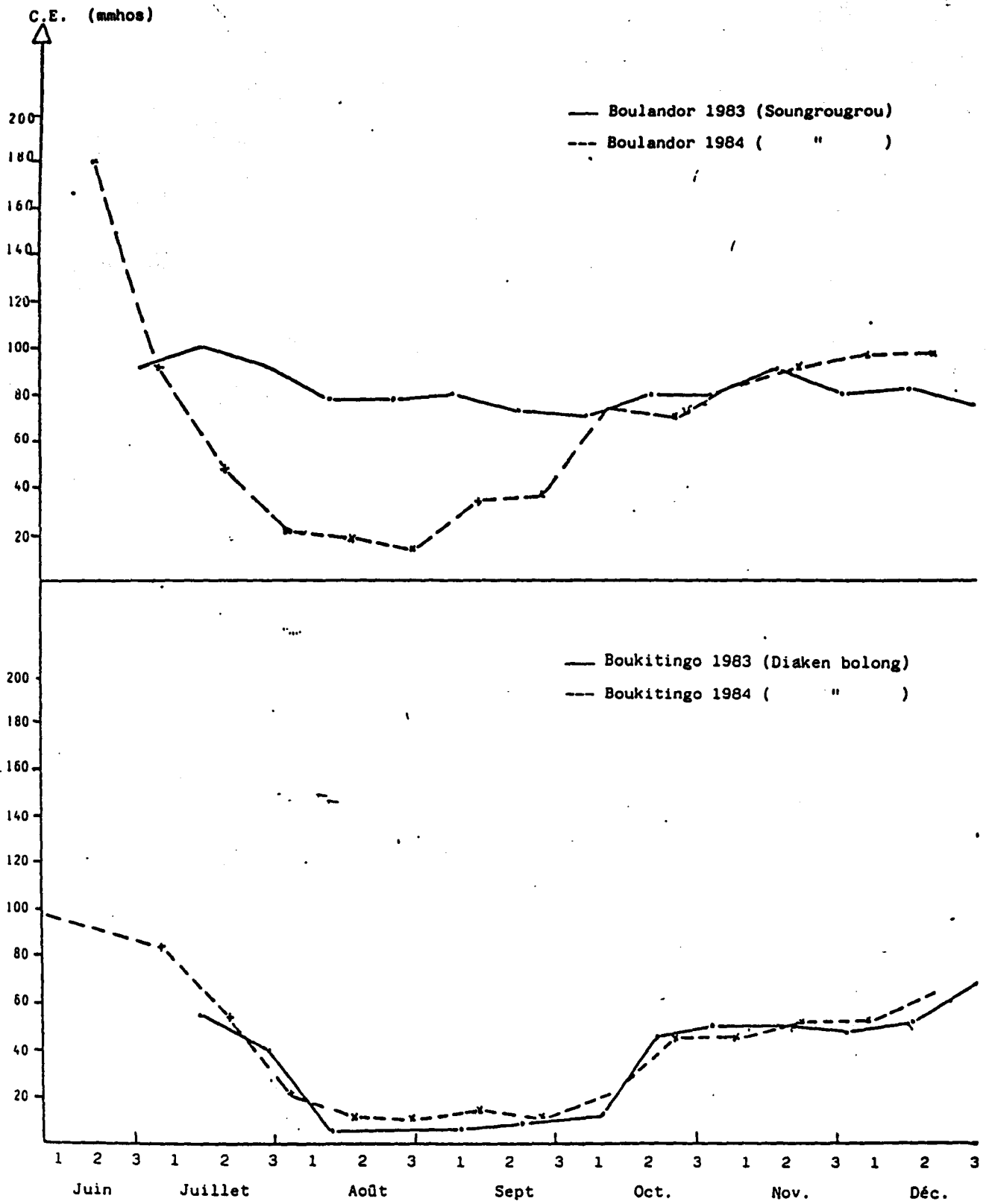
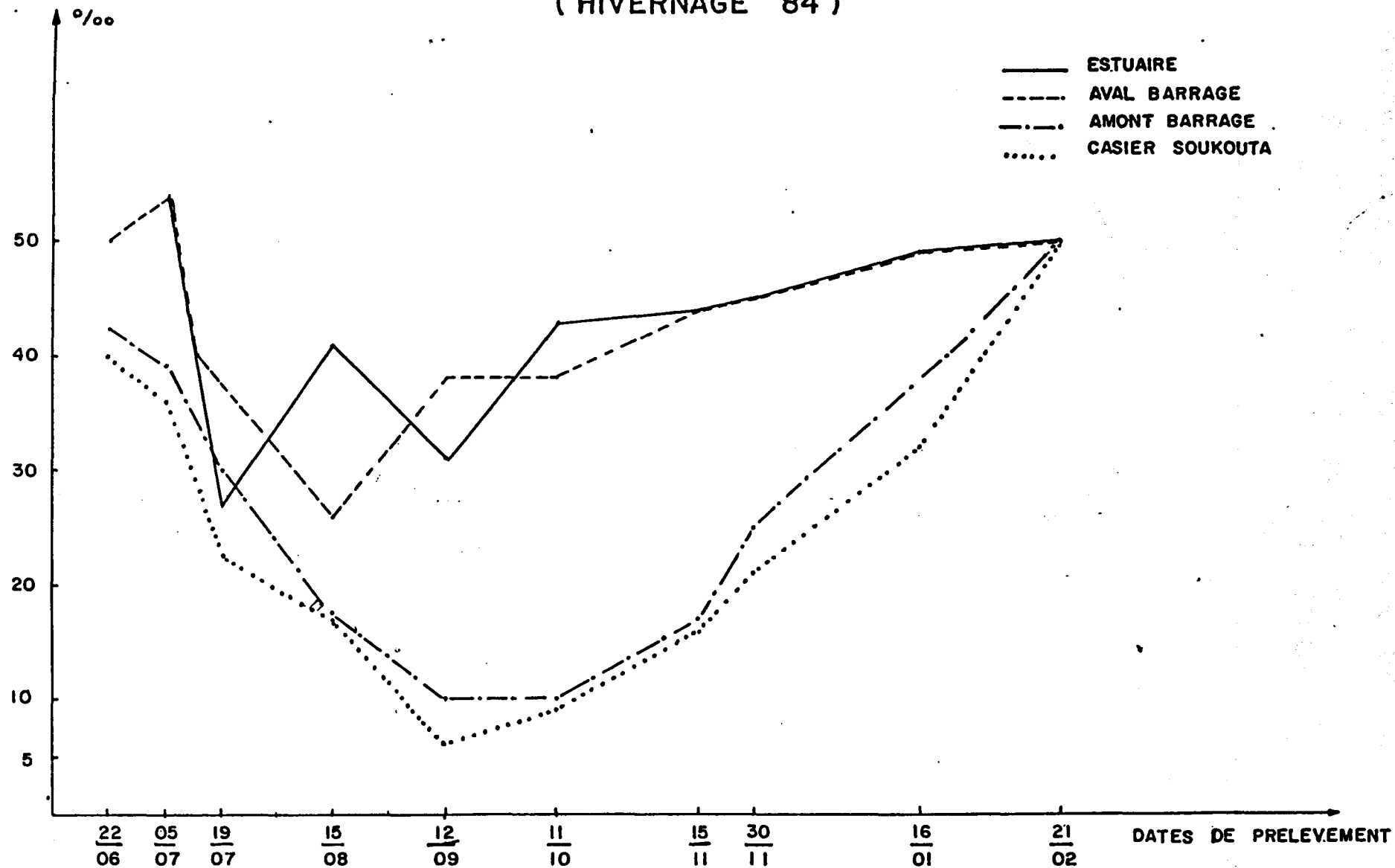


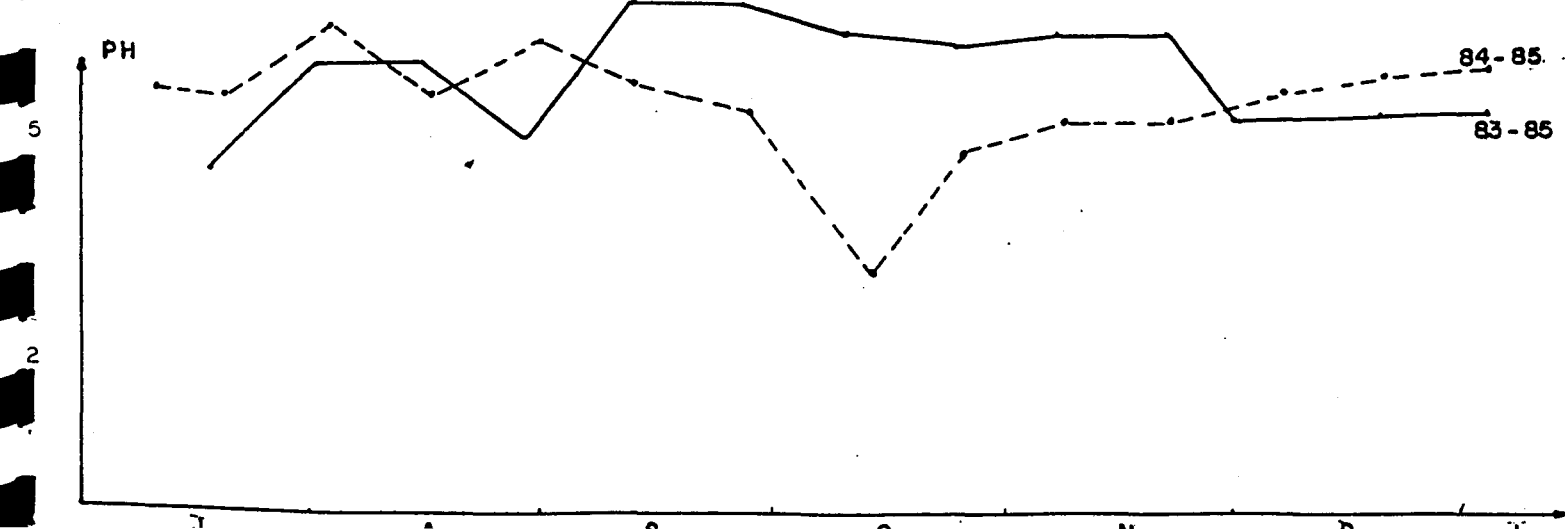
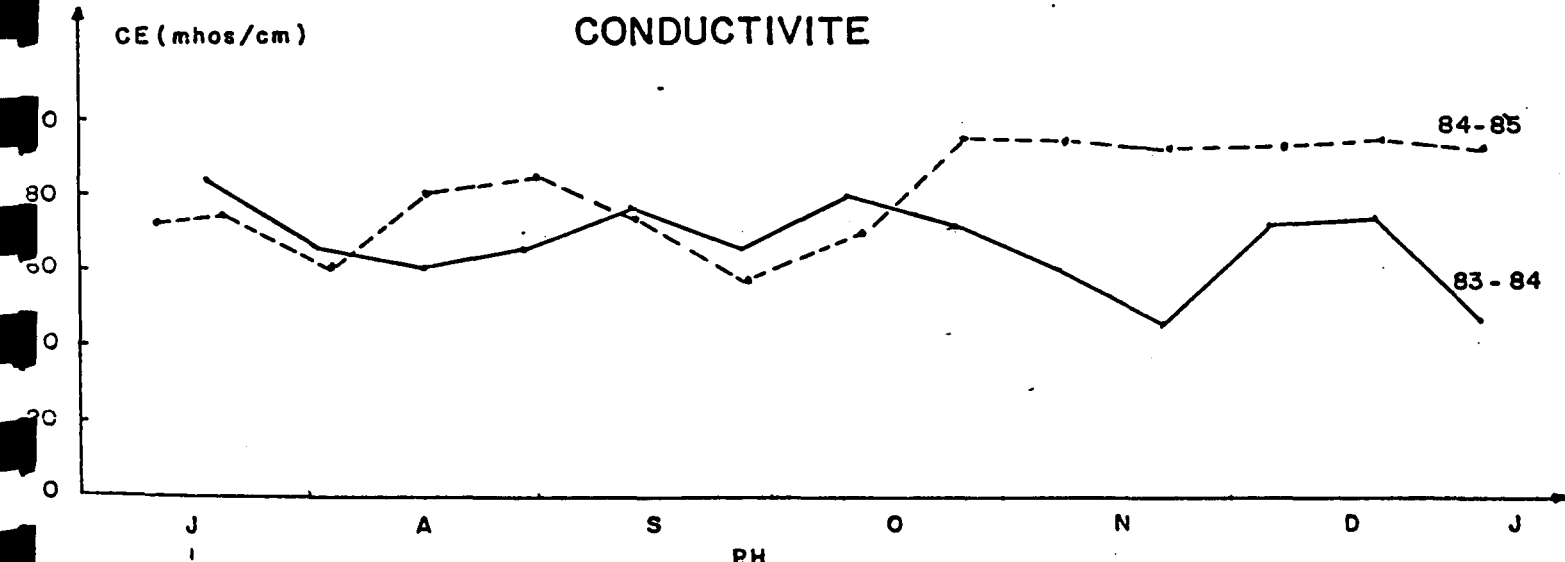
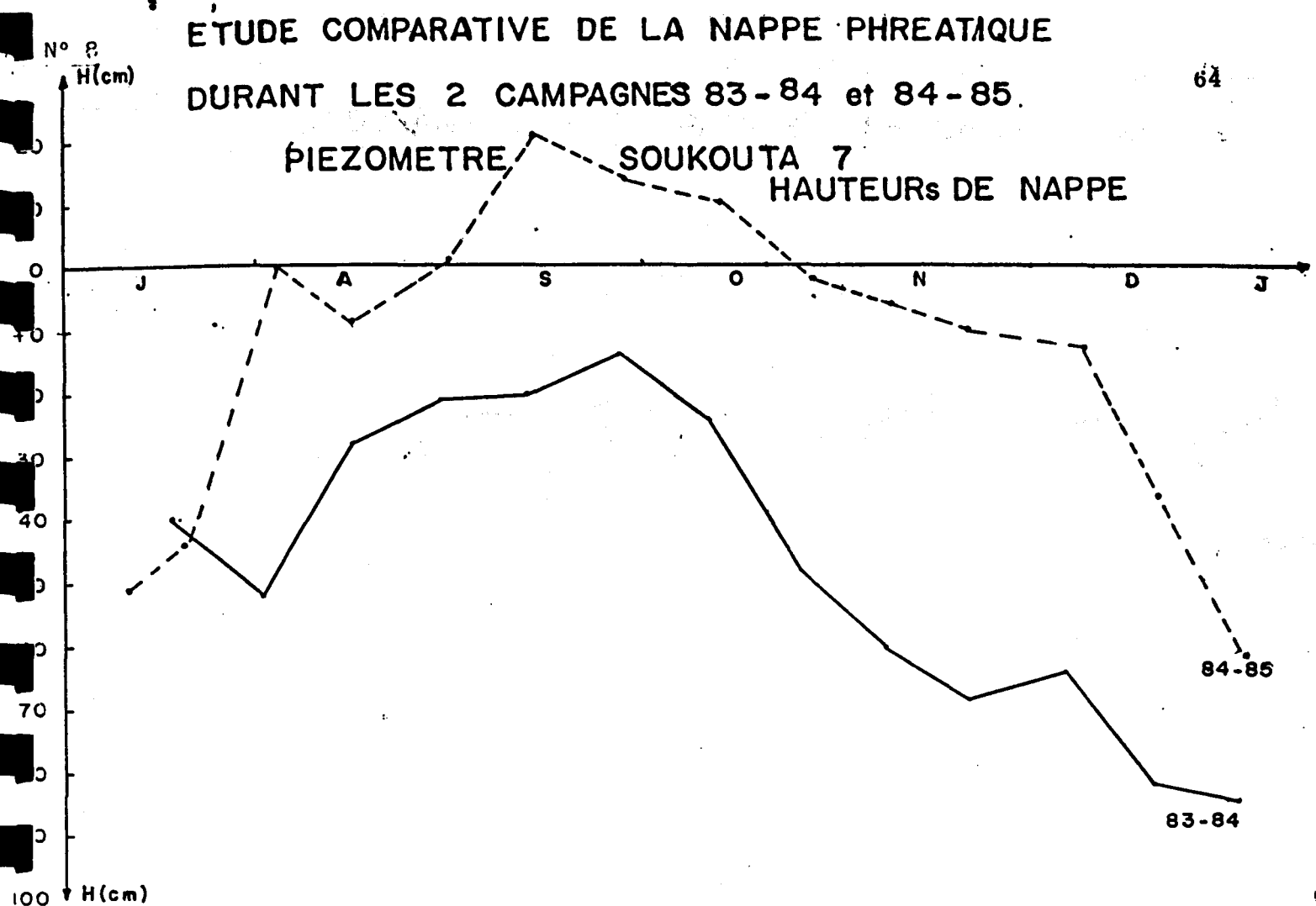
Fig. N° 3 a

### SALINITE DES EAUX de SURFACE (‰) (HIVERNAGE 84)



ÉTUDE COMPARATIVE DE LA NAPPE PHREATIQUE  
 DURANT LES 2 CAMPAGNES 83-84 et 84-85.

PIEZOMETRE SOUKOUTA 7  
 HAUTEURS DE NAPPE

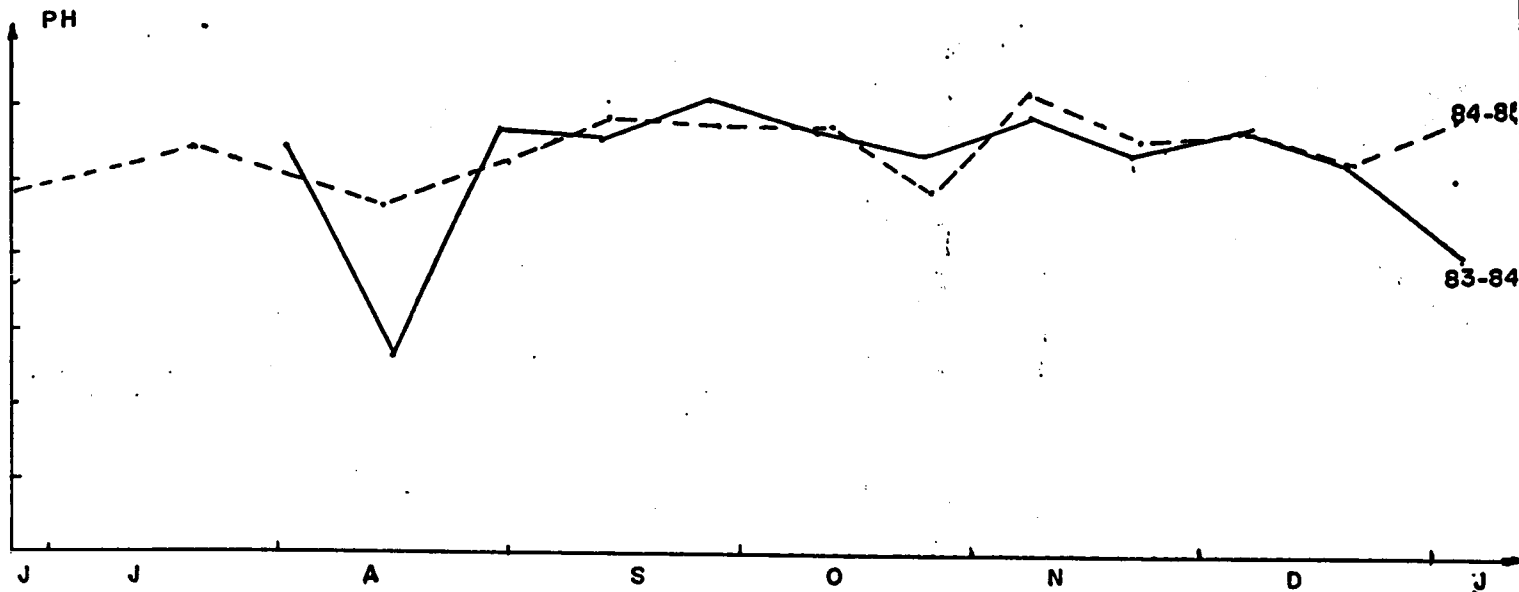


ETUDE COMPARATIVE. DE L'ÉVOLUTION DU PH DES SOLS<sup>65</sup>

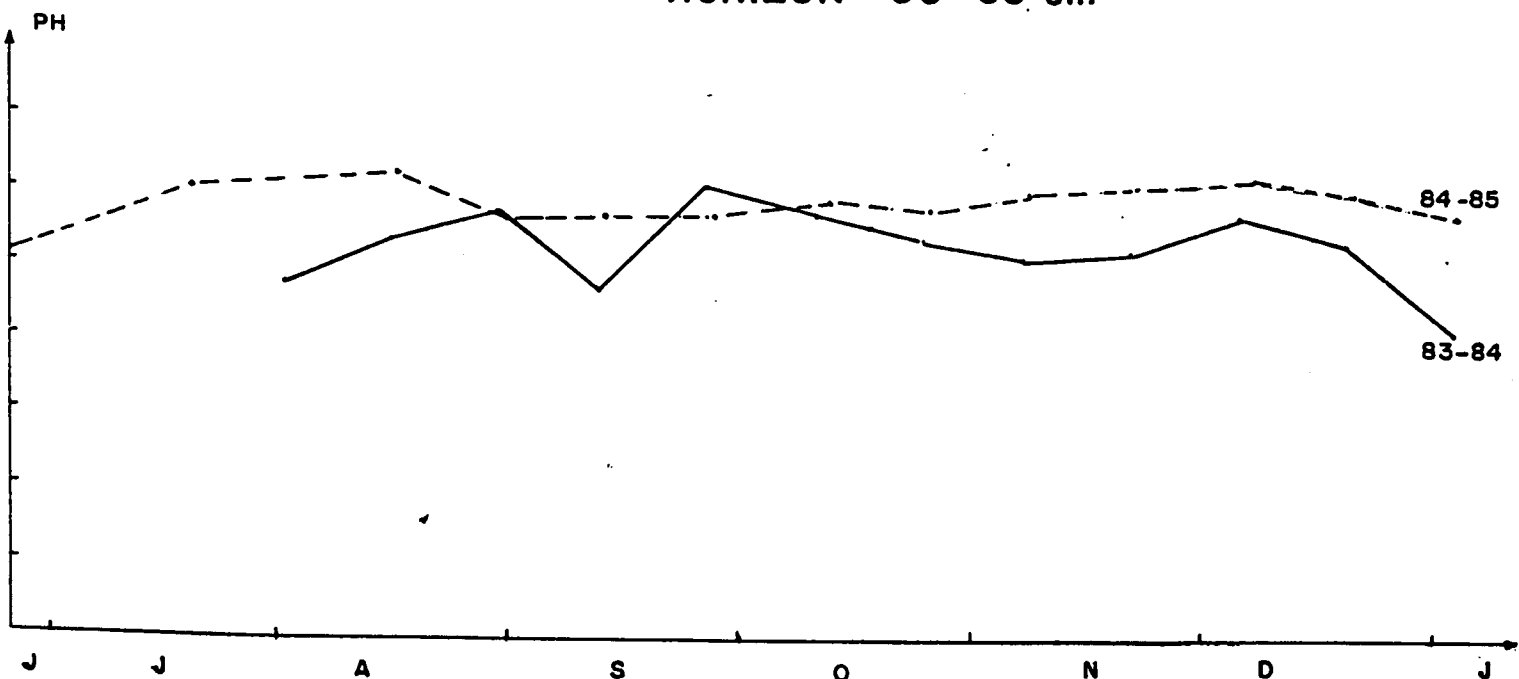
DURANT LES CAMPAGNES 83-84 et 84-85.

Fig. N° 10

HORIZON 0-10 cm



HORIZON 50-60 cm

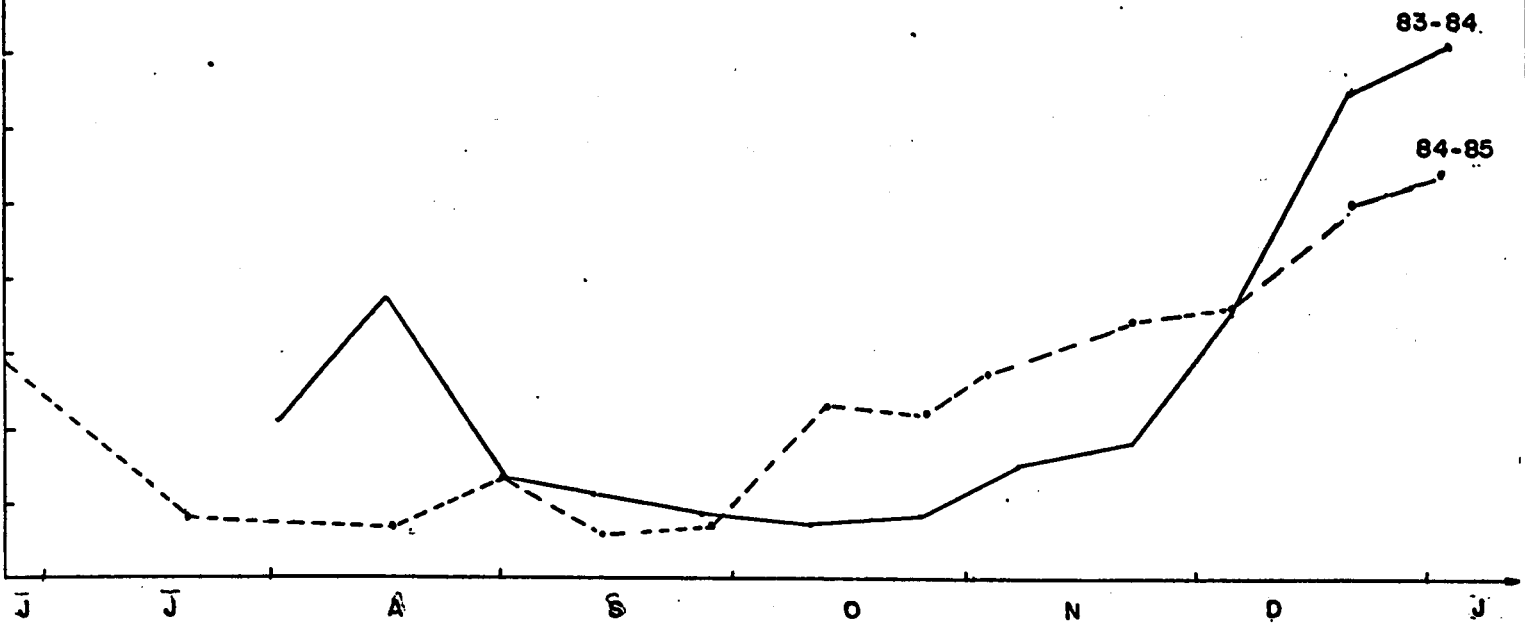


DES SOLS DURANT LES CAMPAGNES 83-84 et 84-85.

SOUKOUTA . 7

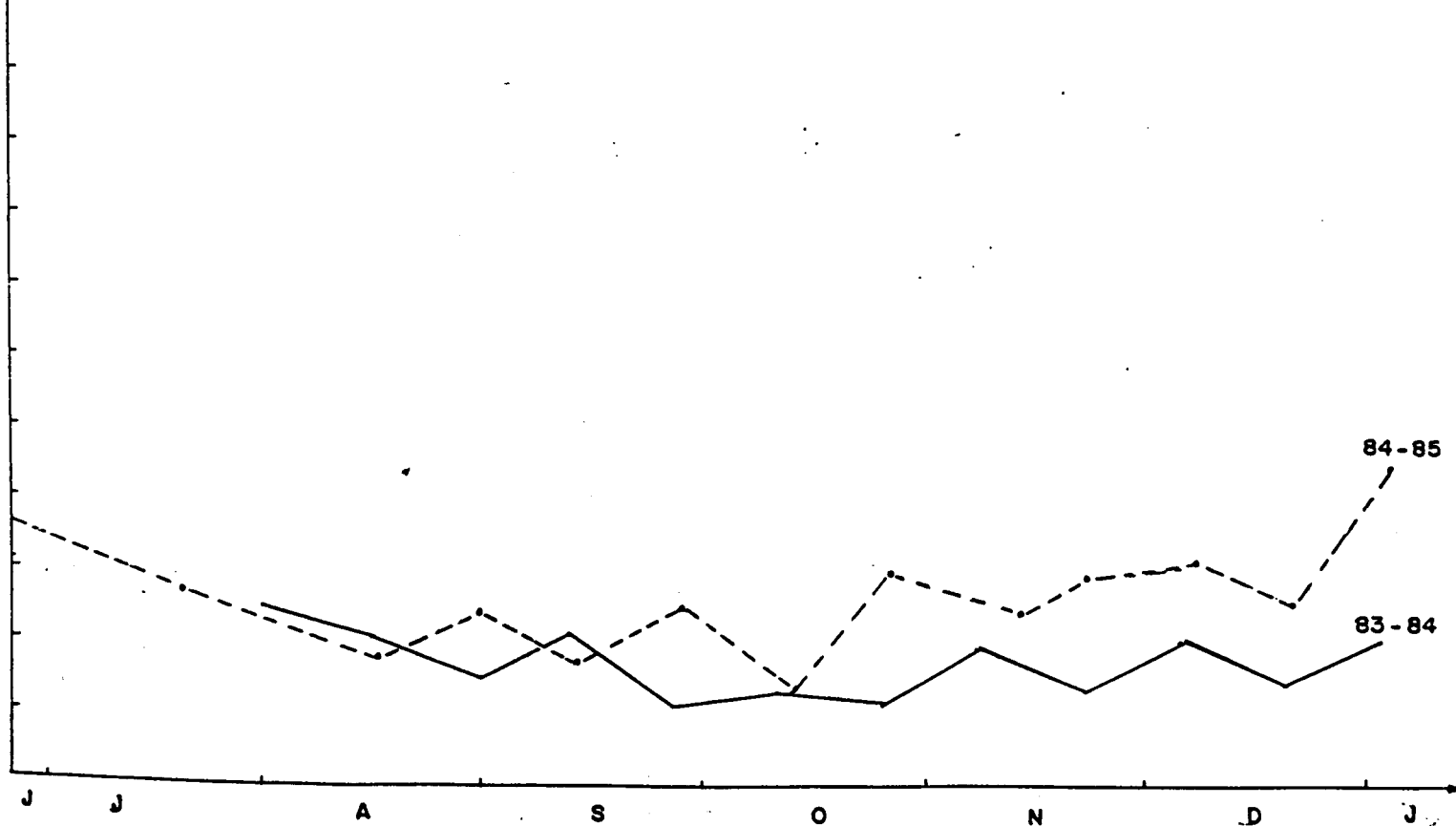
CE (1/5) mmhos/cm

HORIZON . 0 - 10 cm.

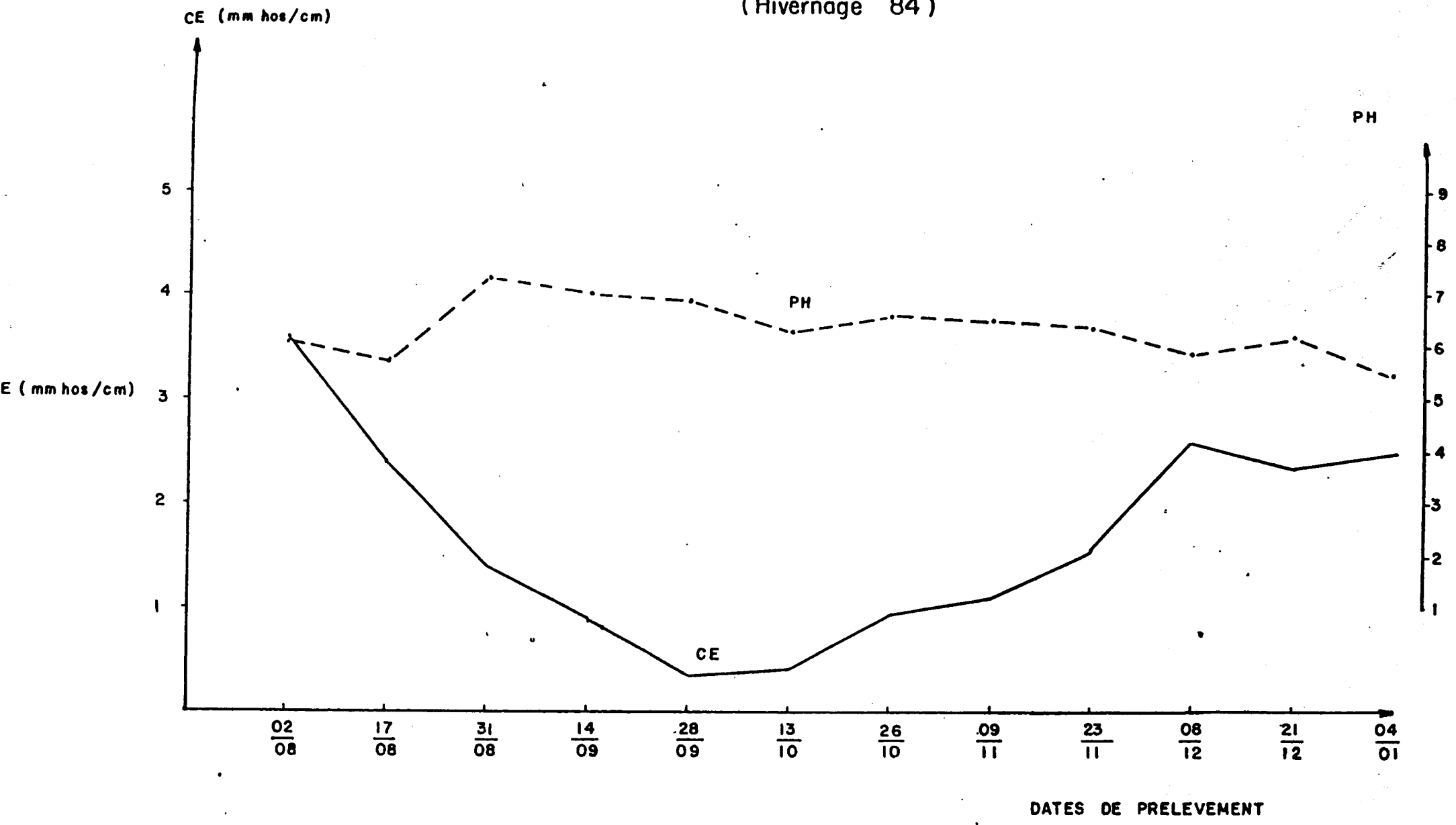


HORIZON . 50 - 60 cm.

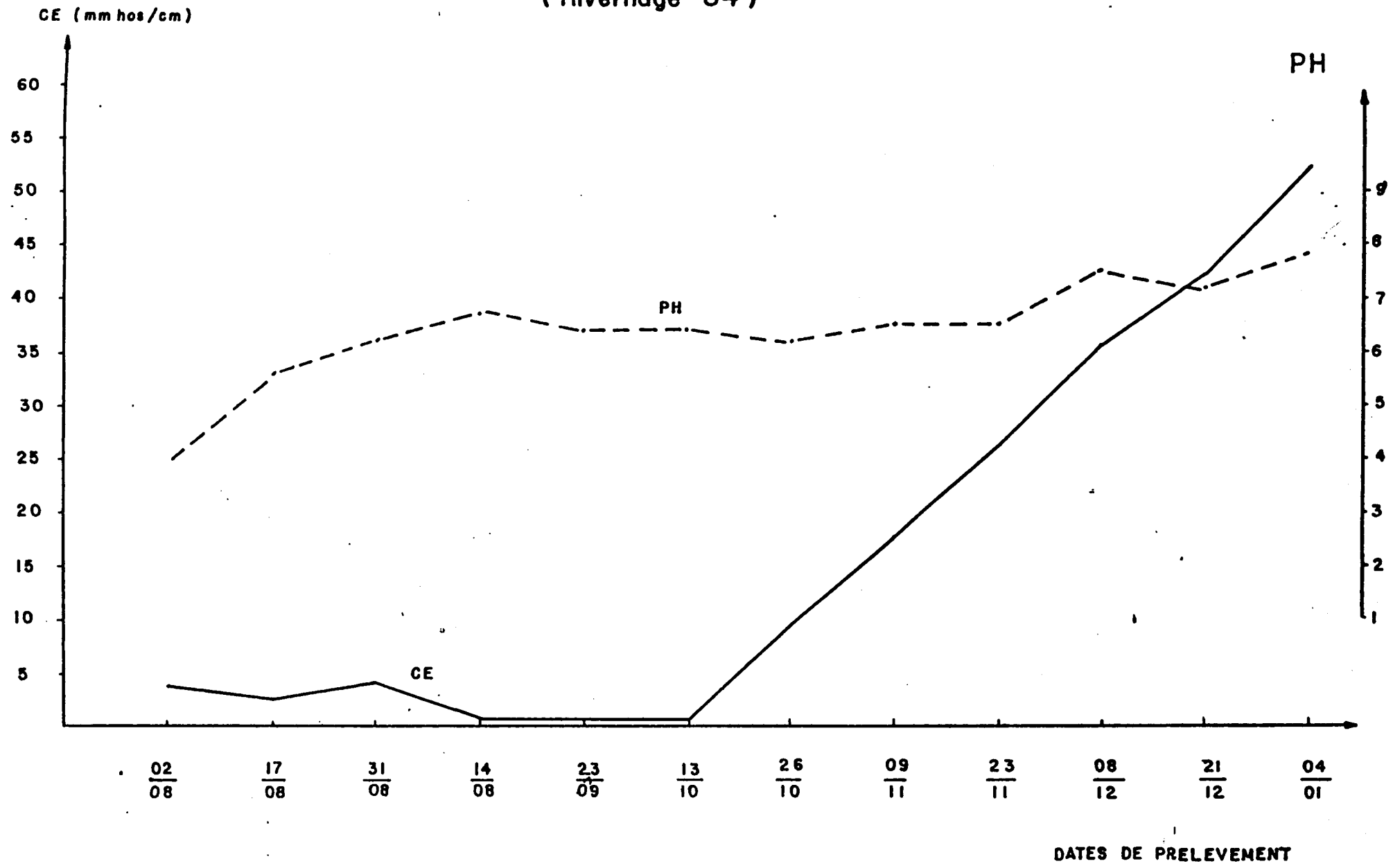
CE (1/5)(mmhos/cm)



(Hivernage 84)



### CE et pH des Eaux de surface en aval du Barrage de KATOURE (Hivernage 84)



**RECOMMANDATIONS CONCERNANT L'AMENAGEMENT  
DU DOMAINE FLUVIO-MARIN EN BASSE CASAMANCE  
- CAS DE LA VALLEE DE KOUBALAN -**

**P. BOIVIN et J.Y. LEBRUSQ  
ORSTOM DAKAR-JUIN 1985**



RECOMMANDATIONS CONCERNANT L'AMENAGEMENT  
DU DOMAINE FLUVIO-MARIN EN BASSE CASAMANCE  
- CAS DE LA VALLEE DE KOUBALAN -

INTRODUCTION

La sécheresse que connaît depuis quinze ans la Casamance a fortement modifié le domaine fluvio-marin. Cette évolution se poursuit actuellement et remet en cause la problématique d'aménagement des sols de ce milieu, problématique établie sur des données anciennes.

Après un bref rappel des ensembles pédologiques rencontrés dans le domaine fluvio-marin, nous illustrerons à partir de l'exemple de la vallée de Koubalan, leur évolution depuis quinze ans et les conséquences de cette évolution en matière d'aménagement.

I. - GENERALITES

I-1. LA MANGROVE proprement dite en bordure de l'estuaire de la Casamance et de nombreux marigots qui en dépendent. Elle est occupée par une végétation caractéristique de Palétuviers : *Rhizophora* sp. et *Avicennia* sp.. Les sols sont caractérisés par une submersion fréquente à la faveur des marées, un pH neutre ou faiblement acide, un fort taux de matière organique, la présence d'une nappe très salée en profondeur. La présence de sulfures en quantité importante les classe dans les sols potentiellement sulfatés acides. Ils sont traditionnellement exploités en riz repiqué après billonnage et dessalement à la faveur des premières pluies d'hivernage.

En matière d'aménagement, il est classiquement recommandé de ne jamais exonder ces sols, de façon à les maintenir en conditions réductrices. Une oxydation des sulfures entraîne en effet une forte acidification des sols, considérée comme irréversible.

I-2. L'ENSEMBLE DES SOLS DE TANNES

Cet ensemble correspond à des sols très salés et généralement acides résultant d'une oxydation des sols de Mangrove. Ils peuvent être nus (tannes vifs) ou occupés par une maigre végétation de plantes halophytes (tannes à halophytes) ou de graminées (tannes herbeux).

L'acidité se manifeste par la présence de Jarosite, minéral jaune clair, ou dans les cas extrêmes par des sulfates hydroxylés d'aluminium, poudre blanche au goût acide. La nappe se trouve généralement entre 60 cm et 120 cm de profondeur. Ces zones sont non seulement inaptes à toute spéculation agricole, mais représentent en outre un danger pour les zones voisines non salées. (Transport des sels par le vent ou les nappes).

I-3. LES RIZIERES NON SALEES, situées soit sur les bordures de vallées, disposées en "terrasses" soit dans la zone amont. Les sols y sont acides (pH compris entre 4 et 5) mais y sont normalement productifs, ils contiennent notamment peu de sulfates et de chlorures. Le principal obstacle à la production agricole semble être le manque d'eau.

## II. EVOLUTION ACTUELLE DE CES ENSEMBLES ET RECOMMANDATIONS D'AMENAGEMENT : CAS DE LA VALLEE DE KOUBALAN.

### II-1. LES ZONES DE MANGROVE

#### a) Evolution

Ces zones sont très réduites et en voie de disparition sur le marigot de Koubalan comme dans la plupart des marigots de la rive Nord de la Casamance. (cf. figure "Evolution comparée des surfaces de tannes et de mangrove, de 1969 à 1984."). Elles représentaient 34 % de la surface totale en 1969, 16 % en 1984. (Encore cette zone ne comporte-t-elle que quelques rares palétuviers vivants.)

La sécheresse a déclenché une acidification des sols et provoqué une hypersalure du milieu. Ces modifications entraînent la disparition des palétuviers et l'extension des tannes vifs.

La riziculture traditionnelle ne peut plus être pratiquée sur les zones préservées : le billonnage ne permet plus un dessalement suffisant du sol. Ceci reste vrai même dans le cas d'un barrage anti-sel (Vallée de Guidel).

#### b) Aménagement

La construction d'un barrage anti-sel ne se justifie pas à Koubalan : les sols non encore oxydés - et donc à protéger avec ce type de dispositif - ne représentent qu'une infime partie de la superficie totale. De plus il semble que ces zones soient perdues pour la riziculture.

## II-2. LES ZONES DE TANNES

### a) Evolution

Ces zones se sont considérablement accrues à la faveur de la sécheresse et représentent la majeure partie de la vallée. (13 % de tannes vifs en 1969, 60 % en 1984). (cf. figure ). On note d'ailleurs la disparition quasie totale des tannes herbeux et des tannes à halophytes, au profit des seuls tannes vifs. Ces derniers sont hypersalés, au niveau de la nappe et du sol, et fortement acidifiés. (pH voisin de 3, conductivité sur extrait 1/5 de sol 1/4 10mS/cm.)

Nous avons pu montrer le danger que représentent ces zones pour les rizières douces, la palmeraie et la mangrove. Véritable système évaporatoire, les sels y sont concentrés et sont ensuite redistribués par les nappes ou le vent. Or durant la majeure partie de la saison sèche, les nappes s'écoulent vers le plateau. (cf. figures : Evolution des niveaux piézométriques et toposéquence P1-P4 de Koubalan.). Les zones de rizières douces se trouvent contaminées, les puits se salent, la palmeraie est décimée.

Il semble que l'acidité puisse également se propager au niveau des nappes.

### b) Aménagement

Il apparaît urgent de stopper le développement de ces zones sinon pour y envisager des spéculations agricoles, du moins pour protéger les rizières douces et la palmeraie.

Il convient d'une part de bloquer l'apport de sels -en provenance du marigot- (cf. figure : conductivité du marigot de Koubalan de Juin à Décembre 1984), d'autre part, d'évacuer le plus rapidement possible le stock de sel présent dans les nappes et les sols.

Une simple digue en terre suffirait à bloquer les eaux du marigot. Il faut y prévoir un déversoir de façon à évacuer les sels lessivés par les précipitations d'hivernage. Le problème est d'évacuer rapidement une quantité maximale de sel et ce, en profondeur. Il faut donc éviter le ruissellement de surface, et forcer l'eau à percoler à travers le sol.

Un réseau de drains (et/ou de billons conçus de façon appropriée) et de diguettes pourrait accroître considérablement l'efficacité du dessalement. La quantité de sels présente au niveau de la nappe est telle que si ces derniers ne sont pas évacués, on risque de constater chaque année une remontée capillaire de sels en saison sèche, suffisante pour interdire la saison culturale suivante.

Une évacuation maximale des eaux salées doit également être assurée au niveau du déversoir, de façon à favoriser le drainage des nappes hypersalées. Une éolienne pourrait également compléter ce dispositif en assurant le pompage des eaux salées.

L'aménagement préconisé ici ne comporte aucun risque vis à vis de l'acidification des sols : celle-ci est déjà réalisée. Il permettrait une protection efficace des rizières douces et palmeraies actuellement condamnées ou sévèrement menacées. Aucune donnée ne permet de prédire la fin de la sécheresse actuelle, il convient donc d'agir face à une situation appelée à évoluer vers des phases critiques.

La potentialité agricole des sols sulfatés acides ainsi dessalés est mal définie. Un programme de recherche est actuellement en cours sur ce thème à l'ORSTOM de DAKAR.

### II-3. LES RIZIERES NON SALEES

#### a) Evolution

Comme nous venons de le décrire, ces rizières connaissent une évolution défavorable. Les nappes se sont abaissées et en saison sèche leur niveau est inférieur à celui des nappes salées des tannes (cf. figure : Evolution des niveaux piézométriques de la séquence P1-P4). La salure se propage ainsi et est nettement perceptible en de nombreux endroits. Dans certains cas, nous avons également constaté une propagation de l'acidité au niveau des nappes.

#### b) Aménagement

Un blocage en aval des eaux du marigot, et des aménagements modulaires permettront de retenir l'eau douce sur ces parcelles (diguettes ou digues, selon le fonctionnement hydrique qui reste à préciser), et donc de recharger les nappes en dessalant les profils. Le ruissellement doit être évité dans cette zone : il correspond à une perte d'eau.

### II-4. CONCLUSION

L'ensemble de ces constatations aboutit à la proposition du schéma d'aménagement suivant :

a) Confection d'une digue à la limite des zones non oxydées (limite tannes/mangrove) correspondant ici à la limite aval du marigot. (piste Koubalan-Koubanao).

b) Confection de drains et de diguettes au niveau des tannes, avec éventuellement un creusement du lit du marigot (cas d'un pompage par éolienne).

c) Rehaussement si nécessaire des diguettes, ou création de petites digues dans la zone des rizières douces, de façon à éviter le ruissellement.

**CONCLUSION : considérations générales sur la problématique des aménagements en domaine fulvio-marin de Basse-Casamance.**

Le cas de la vallée de Koubalan n'est pas isolé (cf. LOYER-LAMAGAT, Typologie des bassins versants). D'une manière générale, on peut différencier trois types de problématique concernant l'aménagement des bassins versants :

- a) L'acidité potentielle,
- b) L'acidité actuelle,
- c) L'excès de sel,

Ces trois facteurs limitants sont plus ou moins représentés, simultanément ou non selon le degré d'évolution des sols du bassin versant, degré d'évolution lui-même fonction de la topographie, des précipitations etc.

Les zones à acidité potentielle (zones actuelles de mangrove en général) ne peuvent être aménagées que sur le principe d'un barrage anti-sel. Encore semble-t-il que le fonctionnement de ce dernier ne puisse pas permettre la riziculture dans le contexte de sécheresse que nous connaissons, il serait en revanche favorable à la pisciculture et à l'aquaculture.

Les zones ne connaissant pas d'acidité potentielle (y compris les zones acidifiées) sont poldérisables et doivent être poldérisées pour éviter une propagation dramatique de la salure. Les recommandations d'aménagement exposés ci-dessus peuvent alors guider le déroulement des travaux, en fonction du degré de développement des problématiques représentées dans le cas considéré.

**REFERENCES** : Etude pédologique de la vallée de Koubalan. P. BOVIN, ORSTOM DAKAR, JANVIER 1984, 73 p.  
Mise en valeur des mangroves du Sénégal, Rapport semestriel ORSTOM, premier et deuxième semestre 1984. ORSTOM DAKAR, 1984.

1969 (Marius)

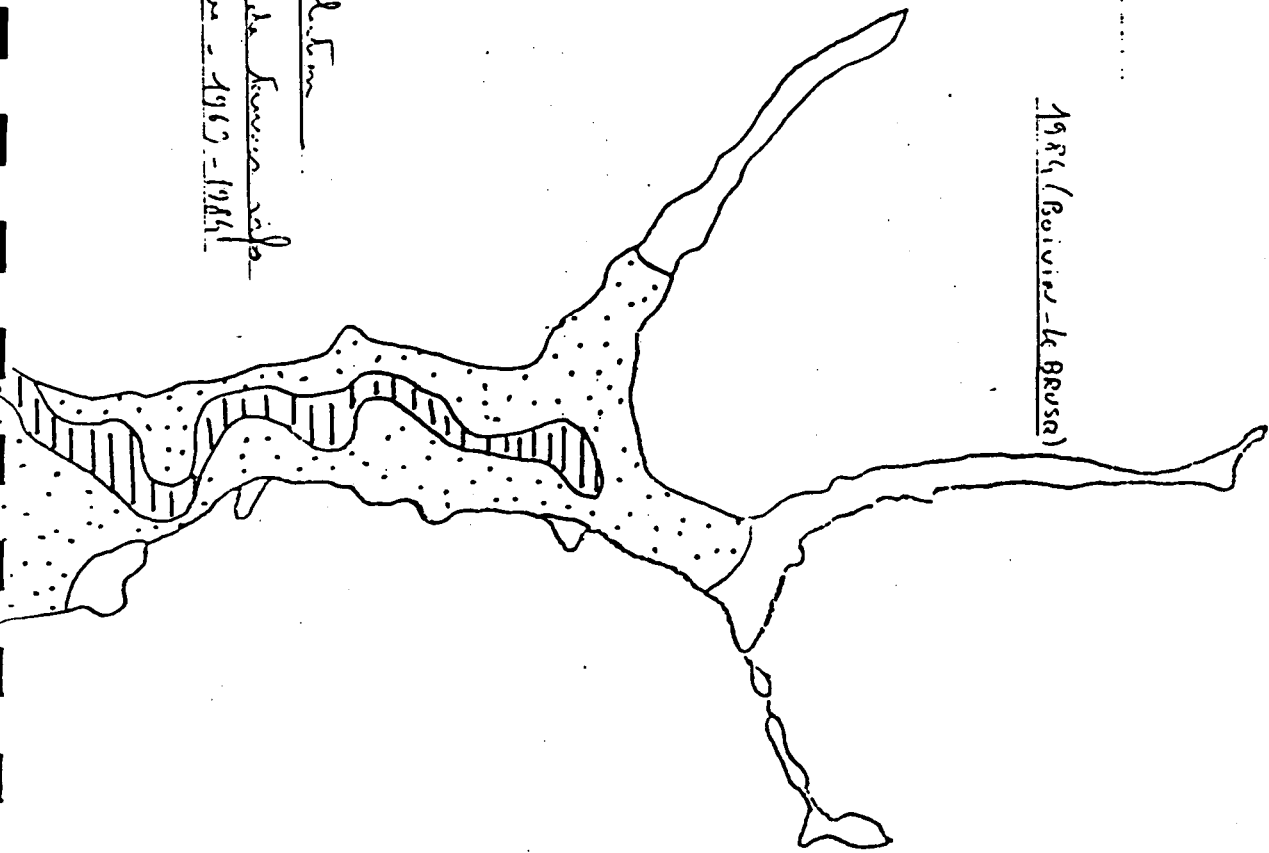
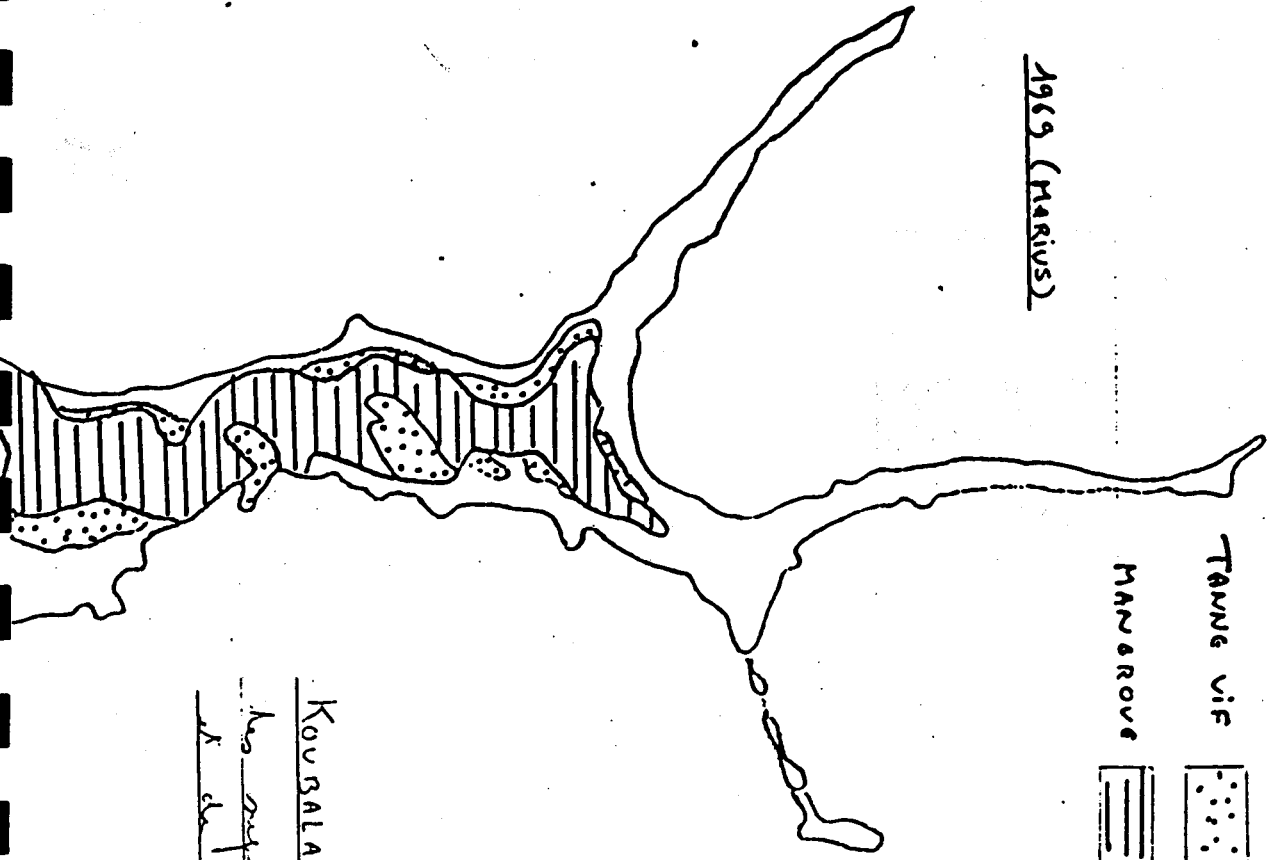
TAVNE VIF



MANAROV



1984 (Boivin - Le BRUN)



Kou SALAN - Erd. Em

Les rivières de Kouma vif  
et de Manarove - 1969 - 1984

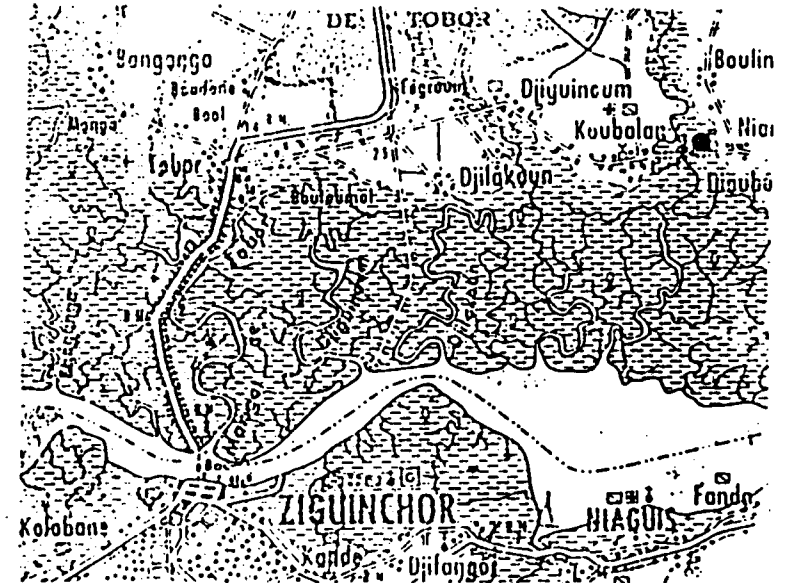
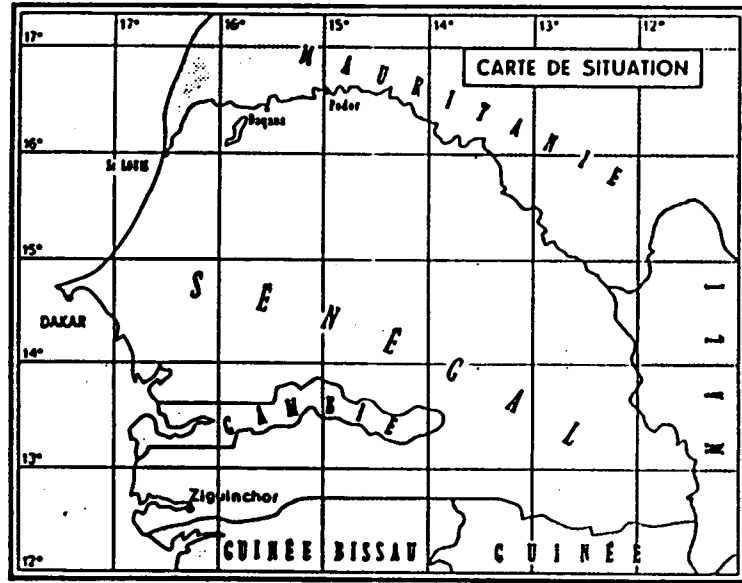


Fig.1 - CARTES DE SITUATION

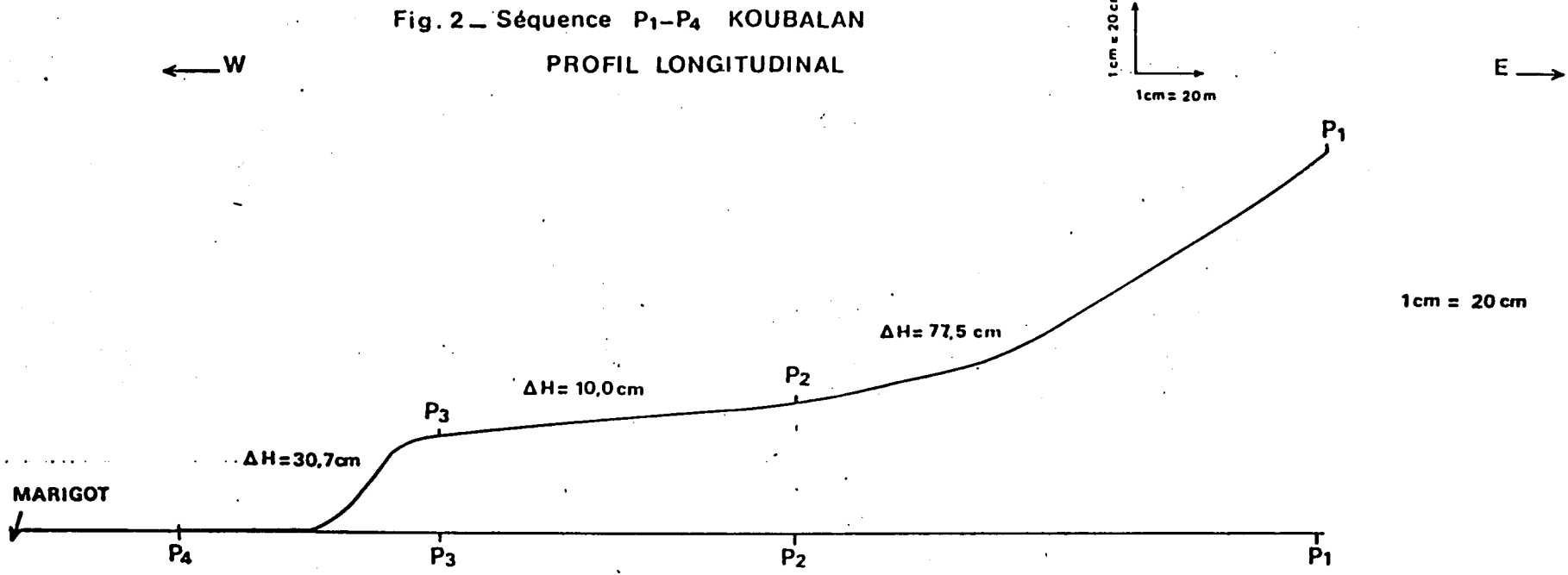


Fig.2 - Séquence P<sub>1</sub>-P<sub>4</sub> KOUBALAN  
PROFIL LONGITUDINAL

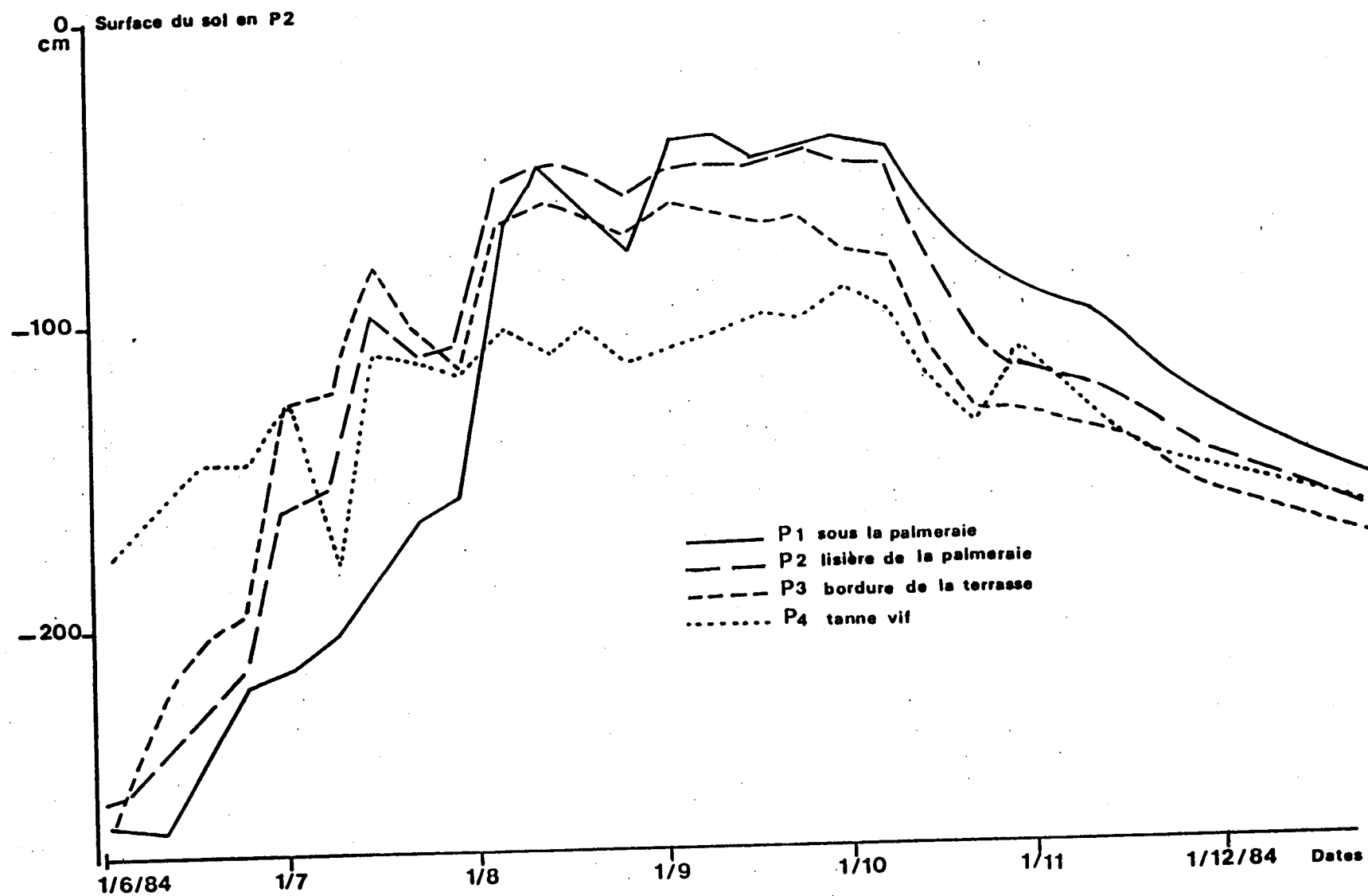


Fig. 3 - Niveaux piezométriques relatifs de Juin à Décembre 84

Tous les niveaux sont calculés par rapport à la surface du sol en P2 (niveau 0)



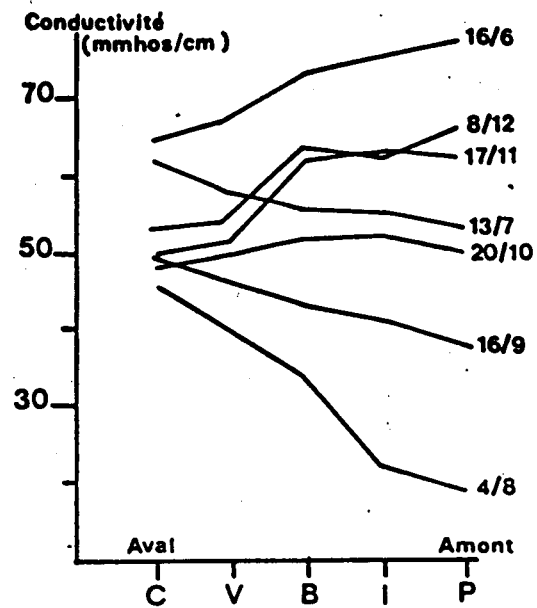


Fig.1\_Salinité des eaux du marigot de Juin à Décembre 84

C : confluence avec la Casamance  
 V.B.I.P : sites successifs vers l'amont  
 P : Pont sur la piste de Koubalan

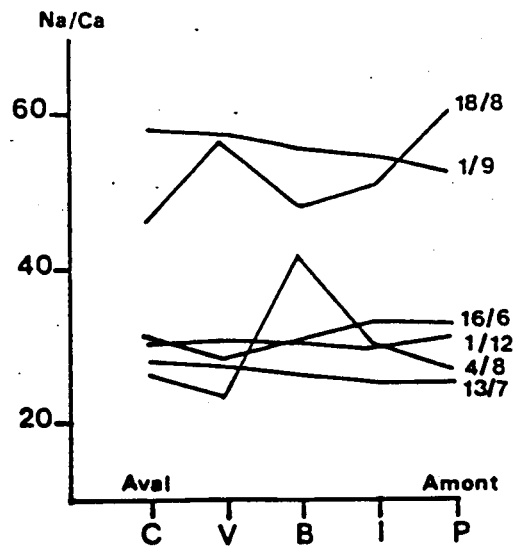


Fig.2\_Variation du rapport Na/Ca dans les eaux du marigot de Juin à Décembre 84

CHAPITRE V

STRATEGIE ET CRITERES DE CHOIX DES SITES  
DES BARRAGES ANTI-SEL ET/OU DE RETENUE

PIDAC

(Division Génie Rural)

## A. - CRITERES DE CHOIX

### I. - CRITERES AGRO-SOCIO-ECONOMIQUES

Le succès d'un projet d'aménagement dépend en grande partie de l'engagement actif des exploitants, de la bonne collaboration entre eux, et de l'atmosphère de coopération entre eux et le projet.

C'est pourquoi nous avons jugé nécessaire qu'il faut :

- 1.1. - Tout d'abord organiser les producteurs en groupements. L'adhésion au GP se fait par versement de sa part sociale (1.000 F)  
(mise en place des structures de décisions : Bureau, Assemblée Générale)
- 1.2. - Une demande écrite ou verbalé émanant du Groupement de Producteurs est nécessaire pour toute assistance attendue.  
La demande doit être écrite non pas par le chef de village, mais par les responsables du GP.
- 1.3. - Dans le domaine de la lutte contre le sel, l'engagement des membres à s'investir pour la construction et l'entretien de la digue est requis.
- 1.4. - Choisir un site faisant l'unanimité des populations bénéficiaires est souhaité.
- 1.5. - L'application intégrale des thèmes du paquet technologique est requise, à savoir :
  - 1.5.1. Enrayer la divagation des animaux,
  - 1.5.2. Effectuer à temps les opérations culturales et semi-directes,
  - 1.5.3. Utiliser les variétés sélectionnées,
  - 1.5.4. Appliquer la fumure organique et/ou minérale dans les normes recommandées par la recherche,
  - 1.5.5. Réaliser à temps les opérations d'entretien (sarclo-binage)
- 1.6. - Le remboursement des crédits de campagne pourrait, à l'avenir, être pris en compte.

## 2. - CRITERES TECHNIQUES

- 2.1. - Tenir compte des conditions topographiques hydrologiques, sociologiques et pédologiques qui ne sont pas toujours maîtrisées avant l'exécution des ouvrages.
- 2.2. - Le type de sol en place du point de vue géotechnique doit être assez bon pour éviter les longs déplacements de terre pendant les travaux de terrassement.
- 2.3. - L'accès doit être facile
- 2.4. - Utilisation des pistes de production et des rétrécissements de vallée pour diminuer le volume de travail
- 2.5. - L'importance des superficies à protéger et /ou à récupérer doit pouvoir justifier amplement le volume des travaux à réaliser.

## B. - STRATEGIE D'ACTION POUR LA PHASE II

Dans le programme de la phase II, nous nous proposons de réaliser cent (100) barrages anti-sel et/ou de retenue.

Le choix de ces sites s'est fait sur la base des demandes enregistrées et sur les études faites par HARZA.

Notre agriculture est largement tributaire de la seule pluviométrie. Or, la mauvaise répartition dans le temps et dans l'espace des pluies et l'apparition de plus en plus fréquente des périodes de sécheresse s'avèrent souvent désastreuses pour les récoltes.

C'est pourquoi, nous proposons qu'une cinquantaine de vallées puisse bénéficier d'un forage semi-profond devant permettre l'irrigation d'appoint et la culture de contre-saison (riziculture ou maraîchage).

A raison de 20 ha par vallée, nous pourrions ainsi assurer l'approvisionnement en eau sur mille (1000) ha.

Et pour une meilleure rentabilisation des investissements, il faut un remembrement des parcelles en vue d'un aménagement systématique et d'une meilleure distribution de l'eau.

**Les coûts de fonctionnement du forage seront à la charge des exploitants.  
Pour tous travaux non spécialisés, nous demanderons la participation des paysans.**

**Confectionner un manuel pratique de gestion des petits barrages en langues nationales (Diola, Mandingue, Peulh).**

## POINT DE VUE DE LA SOMIVAC SUR LA PHASE II

Nous voudrions, pour l'essentiel, faire le partage des idées qui ont été arrêtées dans la conclusion et les recommandations générales ; notamment l'appréciation qui a été donnée de certaines insuffisances qui se révèlent du caractère relativement peu sûr de certaines décisions que nous avons été emmenés à prendre, presque à l'aveuglette, dans une opération qui, à notre niveau (Service d'encadrement et/ou de recherches), manque de maîtrise mais qui peut être aurait gagné un enrichissement si on arrivait à mettre à profit une expérience disponible des populations dans ce domaine.

Les références normatives font défaut mais, peut être qu'à travers une sorte de recueil d'opinions auprès des paysans, nous pouvons arriver (même si le contexte a varié) à nous faire des idées correctives un peu plus pratiques dans ce que nous considérons aujourd'hui comme le problème de la lutte contre le sel.

Au niveau de la SOMIVAC, les Barrages Anti-sel sont moins conçus comme une pratique visant à augmenter de superficie agricole exploitable, mais surtout comme une pratique de mise en défend de terres agricoles qui, si on n'y prend garde, viendraient à s'amenuiser devant une croissance démographique qui aurait plutôt poussé à augmenter les superficies de terres disponibles. Même si on doit extensifier notre agriculture au maximum (ce que nous ne partageons pas), il sera nécessaire d'envisager un repeuplement du monde rural en forces vives ou en compétence imaginative.

L'option que nous avons prise, c'est d'abord de nous en tenir à un besoin exprimé par les populations que nous avons charge d'encadrer. Il ne s'agit plus de nous livrer à des suggestions systématiques en disant, par exemple, "il serait intéressant de faire ceci ou cela". A partir de ce moment soit que nous disposons d'informations préalables, notamment celles que vous avez suggérées de façon pertinente: à savoir le fait de connaître l'emprise réelle des différents bassins versants, ou que nous ayons des données sur les potentialités édaphiques utilisables ou les contraintes même de leur utilisation. C'est à partir de toutes ces informations que nous interviendrons derrière le paysan pour le conseiller, le guider dans ce qu'il veut réaliser.

Il est évident que cette tâche est extrêmement périlleuse, dans la mesure où elle met à l'épreuve notre réelle capacité.

Nous n'avons pas d'a priori sur un schéma ou sur une forme d'aménagement. Nous nous en tenons à ce que les populations paysannes veulent faire et peuvent faire. Nous leur demandons en général, avant d'agir, de s'investir physiquement ou sous autre forme.

Des barrages Anti-Sel antérieurs à ceux que nous avons réalisés existent mais, malheureusement, ne font l'objet d'aucune exploitation parce que tout simplement, c'était l'affaire de ceux qui les ont réalisés, même si c'était dans l'intérêt des bénéficiaires potentiels : les populations paysannes.

Notre idée sur le Plan de la Mise en Valeur des Terres Endiguées, c'est que nous avons fait une erreur : nous n'avons pas souvent lié la réalisation d'un barrage anti-sel à un programme de Mise en Valeur des Terres Endiguées, et n'avons pas non plus situé cette Mise en Valeur de la partie amont de la vallée dans un ensemble du bassin versant globalement. Même si c'est un Barrage Anti-Sel, il a une fonction de réserve dans la mesure où il permet de faire des vidanges ou de stocker des eaux utiles.

Il serait plus économique, il est même souhaitable, d'explorer d'abord les axes routiers disponibles à de tels ouvrages. Pour les vallées extrêmement longues, peut être que des ouvrages du type collinaire pourraient être utiles pour au moins permettre l'exploitation des terres qui se trouveraient plus en amont.

Nous estimons également que l'implantation des digues anti-sel devraient compter, si nous devons les hiérarchiser avec le temps, avec certaines informations sur les données démographiques disponibles : savoir si l'implantation de digues correspond, si tel ouvrage peut permettre la mise en valeur de ces terres dans des délais relativement brefs ou correspondant à la situation des problèmes immédiats.

Nous demandons aussi à la Cellule Recherche/Développement d'essayer de combiner un peu les opinions ou les expériences de nos dispositifs d'encadrement avec celles des paysans.

Nous, à la SOMIVAC, nous efforcerons de faire en sorte que les Programmes d'Implantation de Dignes Anti-Sel puissent être fondés sur des programmes de Mise en Valeur et d'Exploitation selon un schéma accessible aux populations paysannes et rentable également, notamment dans le contexte d'une intensification de la production.

Au niveau de la SOMIVAC, nous attendons un éclairage soutenu de la part des services compétents qui nous ont largement précédés dans l'appréciation de ce phénomène de salinisation et d'acidification des sols ; nous avons mentionné l'expérience de l'ORSTOM et également celle de l'ISRA, pour avoir une meilleure approche quant à l'exploitation agricole de ces sols.

Voilà notre apport, certes perfectible, aux recommandations que vous avez faites. Nous vous remercions.

## BARRAGE DE GUIDEL

Moussa Camara Lô  
Guidel/SOMIVAC

Il était prévu, dans un premier temps, de faire non seulement la mise en culture, la récupération et ensuite la protection, mais aussi de faire un volet de recherche d'accompagnement. Cependant, nous avons eu un financement qui nous permettait uniquement de récupérer 20 ha de terre salée dans un des chantiers initialement exploités par ILACO. Nous avons fait une première campagne en 1984, sans grand résultat parce que le sol était extrêmement salé et nous allons essayer de recommencer cette année.

### PRESENTATION PHYSIQUE DU BARRAGE

C'est un Barrage Anti-Sel en aval. Il y a des portes battantes qui fonctionnent comme des clapets anti-retour. En principe, quand la marée vient du Fleuve Casamance, c'est à dire quand il y a écoulement de l'aval vers l'amont, les portes se ferment automatiquement. Elles fonctionnent sous la marée motrice.

En amont, il y a les vannes glissantes qui servent à réguler le plan d'eau en amont.

D'après ce qui est prévu pour la gestion du barrage anti-sel de Guidel, on ne devrait pas faire fonctionner ces vannes en saison sèche. Elles servent uniquement à gérer l'eau en amont selon le stade végétatif du riz. Au stade du repiquage, pour ne pas étouffer les jeunes plants de riz, on abaisse le plan d'eau et quand le riz tient bon, on baisse les vannes glissantes et l'eau monte jusqu'à maturation du riz ; à l'approche de la récolte, on abaisse de nouveau le plan d'eau.

Au niveau de la gestion, voilà ce qui se passe : en début d'hivernage on essaye d'avoir le moins d'eau possible. Nous comptons récupérer au niveau du lit mineur tout ce qu'il y a comme produits de dessalement, aussi bien par lessivage superficiel que par diffusion. La diffusion ne se fera que quand nous aurons atteint le niveau de 1,45 ou 1,50. Avec cette côte, on est sensé submerger toutes les parties salées dans la vallée. Il y aura à partir de ce moment une migration des eaux salées en profondeur. Toutes les semaines nous faisons un prélèvement que l'ISRA analyse afin de nous donner des indications quant au taux de salinité - c'est à dire qu'il faut atteindre un seuil pour pouvoir procéder au repiquage. Donc en ce qui concerne la salinité de l'eau il y a un suivi quotidien.



En début d'hivernage nous stockons, faisons un échantillonnage et si le taux de salinité est toujours élevé, nous procédons à une première vidange. Cette opération se répète jusqu'au moment où nous atteignons le taux de salinité voulu. C'est à partir de ce moment que nous procédons à la régulation du plan d'eau en amont.

#### INTERVENTION DE B. BARRY ISRA/DJIBELOR

L'année dernière, l'ISRA a fait un suivi en fonction du calendrier de fonctionnement du barrage. Nous nous sommes rendus compte que c'était assez difficile parce qu'il manque, dans le cadre de Guidel, un référentiel zéro : un compte de départ. Nous faisons cependant un suivi des eaux au plan quantitatif et qualitatif ; nous faisons également un suivi au niveau des sols, depuis le Bassin Versant jusqu'au lit mineur ou zone des vasières. Egalement un suivi du peuplement forestier des espèces de mangroves qu'on trouve dans la vallée, et un suivi piscicole.

Ce dernier suivi concerne surtout la comparaison de ce qui se passe en amont par rapport à ce qui se passe en aval, mais aussi par rapport à ce qui se passe dans le "bolon" de Soukouta.

Du point de vu sol, au niveau du casier de Soukouta, nous avons deux parcelles où nous avons essayé de faire du riz. Nous nous sommes rendus compte de deux choses importantes :

- d'une part, il y a eu baisse de la salinité par rapport à 1983 ; donc un fort lessivage des sols : 50 %. En termes relatifs cela paraît très considérable mais en valeur absolue, ce n'est pas significatif.
- d'autre part, nous nous sommes rendus compte que nous n'avons jamais atteint le seuil de tolérance pour le riz.

Question : A partir de mars la salinité en aval est beaucoup plus faible qu'en amont, pourquoi maintient-on les vannes fermées alors ?

Réponse : A quoi sert-il de remettre des eaux salées sur des sols où l'ORSTOM et l'ISRA ont trouvé que les Ph. obtenus étaient relativement bons ? Cependant les sols avec risque d'acidification peuvent être submergés si bien qu'à partir de cette année nous avons décidé de ne plus admettre le balancement des marées. Nous n'allons pas submerger des sols où nous avons déjà constaté un dessalement au risque de faire remonter la nappe et d'avoir à recommencer le même processus.

Question : Nous savons que vous avez été confrontés à des problèmes de mobilisation et de financement. Qu'en est-il exactement ?

Moussa Camara Lô

Réponse : Au niveau de Guidel il y a ce qu'on pourrait appeler une désinformation parce que les populations s'imaginaient qu'avec Guidel, il y aurait des opérations gigantesques d'aménagements en amont: c'est à dire faire des drains, un parcellement, attribuer tous ces lots à des paysans, amener beaucoup d'engins... Enfin cela faisait partie de ce qui avait été prévu au départ. C'est malheureusement ce qui fait que nous n'avons pas de financement parce que les bailleurs de fonds sont très prudents. Quand on parle de sols de mangrove, ce n'est pas très évident parce que nous ne possédons pas toutes les données nécessaires pour l'exploitation de ces sols de mangrove et des terres salées. Nous n'avons pas non plus un plan type de gestion qui permette d'éviter systématiquement l'acidification des sols potentiellement sulfaté acides. C'est ce qui fait que nous n'avons pas encore de financement.

Les députés posent à chaque fois le problème de l'après-barrage (Guidel) et c'est ainsi que nous avons pu bénéficier un beau jour d'un financement de 100.000.000 FCFA et il fallait faire quelque chose parce tous les yeux étaient braqués sur Guidel. C'est à ce titre que nous avons décidé, pour éviter le maximum possible de risques, dans l'exploitation des terres situées en amont, de commencer par une petite superficie. Etant donné que la récolte n'était pas garantie, nous ne pouvions pas nous engager dans l'exploitation de 100 ha. Nous avons décidé de commencer avec tout au plus 40 ha en 2 saisons tout en nous proposant de fournir gratuitement les intrants agricoles à tous les paysans volontaires dans l'opération : à savoir le matériel de défrichage, phosphate tricalcique qui a pour rôle de faire remonter un peu le Ph. Ensuite on s'est rendu compte que c'est le sel qui était plutôt le facteur limitant. Il fallait aussi trouver une variété adaptable ou/et adaptée aux terres

salées, puisqu'on n'a pas récolté en Casamance l'année dernière. C'est ainsi que nous sommes allés en Gambie voir nos collègues qui nous ont donné la variété "Koumandingo". Nous avons pris donc 100 paysans de 2 villages dont 50 de chaque. L'opération n'a pas marché l'année dernière parce que le dessalement n'a pas donné les résultats qu'on attendait mais ces paysans sont prêts à recommencer l'expérience. De notre côté nous leur avons garanti 1 sac de riz (100 kg) à chacun pour le cas où ils ne récolteraient rien à nouveau.

Question : Raisons et critères de choix de ce site ?

Réponse : Dans un premier temps nous avons fait le tour de la vallée et nous avons vu qu'à Boulome c'était très salé. Ici à Guidel également c'était salé mais nous avons préféré cet endroit à Boulome parce qu'on était aux environs de 4,5/5 au niveau du Ph. Nous avons aussi un chantier à Baraka Pakao mais difficilement accessible. Suite à l'enquête que nous avons menée au niveau des paysans, nous avons vu qu'il y avait la proximité des 2 villages (Soukouta et Bara) où les paysans étaient beaucoup plus motivés, alors nous avons choisi ce site. Chaque paysan a un canal secondaire personnel.

Le travail se fait par équipe : il y a un système de pointage pratiqué au jour le jour et compte tenu de la participation de chaque paysan, on a donné de l'argent. Celui qui fait son travail correctement (défrichage, débroussaie) avec le tricalcique, s'il ne récolte pas en ce moment, il a droit à ses 100 kg de riz. Le tricalcique est donné au moment du billonnage, du labour.

Solution préconisée devant le déficit hydrique qui devrait faciliter le dessalement : ne pas reconduire la totalité des 20 ha cette année mais là réduire à 10 ha voir même 5 ha et les placer de façon un peu plus proche du bassin en amont de façon à bénéficier des eaux de pluie qui vont directement tomber. C'est à dire de faire une pente aménagée longitudinalement et de gagner progressivement sur les zones qui sont actuellement récupérables. C'est le déficit hydrique qui est le principal problème ; le Ph. n'est pas un facteur défavorable. On ne peut pas non plus drainer totalement parce qu'à 50/60 cm en profondeur, il y a une couche de sols de fibres potentiellement acides.

**BARRAGE DE DJIGUINOUM**  
**Caractéristiques, coûts (cf. fiche)**

Saliou Mbodj  
Ingénieur GR/PIDAC

**BUT** : Récupérer 90 ha. salés et protéger 150 ha. mais nous avons pu obtenir 205 ha. protégés.

Du point de vue salure nous avons fait le recensement sur carte. Longueur du marigot 2,5 km.

En ce qui concerne la mécanique des sols nous n'avons pas rencontré beaucoup de problèmes sauf qu'au début nous avons remarqué une infiltration mais au fil du temps, l'étanchéité est devenue parfaite ; les sols s'étant compactés.

La pluviométrie n'est pas tellement bonne.

En 1983 nous étions arrivés à dessaler un peu : nous <sup>avons</sup> vidé 2 fois l'ouvrage et pendant la saison sèche, nous <sup>avons</sup> ouvert les vannes pour admettre l'eau salée, selon les recommandations de la Recherche, mais nous l'avons regretté parce qu'en 1984 quand on a voulu enlever toute l'eau du marigot, il nous a fallu une quantité considérable et quand nous avons réussi à vider une fois, nous ne sommes plus parvenus à remplir la retenue à cause de la sécheresse.

Pendant la 1ère année, quand nous avons vidé, il y avait beaucoup de carpes (le même phénomène s'est produit à Katouré et à Oulampane) qui détruisaient le riz.

On a remarqué qu'il y avait beaucoup de mangrove mais elle a disparu progressivement. Dans ce cas-ci, nous voudrions signaler que l'ISRA ne disposait pas de moyens pour assurer le suivi.

Il faudra, à l'avenir, prévoir un système pour lessiver l'effet toxique. Il faudra revoir le système d'aménagement : adapter chaque cas à ses réalités, se caler sur la pédologie.

Nous espérons stocker 144.000 m<sup>3</sup> d'eau mais là n'est pas notre but principal. Nous voulons plutôt trouver un compromis entre la superficie de la retenue et la lame d'eau dans la retenue. Parce que si on a une très grande lame d'eau, on ne pourra pas exploiter beaucoup de terre. On voudrait pouvoir cultiver du riz dans la retenue même. Notre second but c'est de conserver de l'eau seulement pour avoir une récolte.

DONNEES SUR LE BARRAGE DE DJIGUINOUM

A. CARACTERISTIQUES

- . Longueur de la digue : 245 m
- . Largeur en crête : 2,2 m
- . Largeur d'assise : 5 m
- . Hauteur moyenne : 1 m

Soit : 882 m<sup>3</sup> de remblai mis en œuvre

- . Superficie de terre salée: 90 ha
- . Superficie protégée : 150 ha
- . Volume d'eau stockée : 144.000 m<sup>3</sup>

B. COUT DU BARRAGE

1. Remblai

- a) Participation des paysans : 900 hommes/journée  
pour 1.078 F par homme et par journée on obtient  
970.200 F

- b) Participation du PIDAC : (nulle)  
Total Remblai : 970.200 F

2. Ouvrage Régulateur

- a) Matériaux : 577.025 F  
b) Main d'œuvre : 387.000 F  
Soit un total de : 964.025 F

L'ouvrage est entièrement financé par le PIDAC

Total Barrage : 1.934.225 F

C. EVALUATION DE L'IMPORTANCE RELATIVE DES PARTICIPANTS

a. Pourcentage de participation du PIDAC

$$\frac{964.025}{1.934.225} = 49,8 \%$$

b. Pourcentage de participation des paysans : 50,2 %

Nous n'avons pas tenu compte des salaires du personnel du PIDAC qui a participé aux études et à la réalisation du barrage.

D. PERFORMANCE DU BARRAGE

a. Coût de l'hectare à récupérer

$$\frac{1.934.225}{90} = 21.490 \text{ F/ha.}$$

b. Coût de l'hectare protégé

$$\frac{1.934.225}{150} = 12.884 \text{ F/ha.}$$

c. Coût du mètre cube stocké

$$\frac{1.934.225}{144.000} = 13,5 \text{ F/m}^3$$

d. Prix du mètre cube de remblai

$$\frac{970.200}{882} = 1.100 \text{ F/m}^3$$

Nous espérons récupérer au bout de trois ans les 90 ha, et obtenir un rendement de 2 tonnes/ha. A 65 F le kilo de paddy on aura : 11.700.000 F. En considérant 10 % d'inflation par an le barrage vaudra dans 3 ans : 2.574.455 F.

Dès la première production, le barrage sera entièrement amorti. En plus de la fonction anti-sel, il permettra aussi de régulariser le niveau d'eau dans les rizières, et donc de réaliser une meilleure récolte. Cette deuxième fonction est très bien perçue par les populations et constitue l'élément le plus déterminant dans leur mobilisation. Par ailleurs en évitant la progression de l'eau salée dans la vallée, on protégera 150 ha.

Cet aspect nous semble important pour évaluer la performance des petits barrages anti-sel.

Digue - Février-Avril, 1983

Ouvrage - Juillet 1983 (20 jours)

