

EVOLUTION DES STRATEGIES D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE
DES SOLS SALES EN BASSE CASAMANCE

Communication aux deuxièmes journées de l'eau au Sénégal
"EAU ET DEVELOPPEMENT"
(8-10 Décembre 1988).

B. BARRY (*), P. BOIVIN, D. BRUNET, J.P. MONTOROI,
B. MOUGENOT, J. TOUMA, P. ZANTE (**).

(*) ISRA, Djibouti.

(**) ORSTOM, Dakar.

RESUME

Après un bref rappel de la politique d'aménagement poursuivie par l'Etat sénégalais en basse Casamance, nous présentons les premières observations effectuées sur deux sites aménagés.

L'un concerne la vallée de Bignona, récemment barrée par le grand barrage-écluse d'Affiniam. Son fonctionnement en barrage anti-sel en 1987-88 a provoqué, par simple évaporation du plan d'eau, la baisse généralisée de la nappe alluviale. Les sols susceptibles d'être acidifiés le sont devenus réellement.

L'autre site étudié intéresse une petite vallée comportant un ouvrage anti-sel de dimension réduite. Un nouveau dispositif de vidange des premières eaux pluviales, chargées en sels, a été testé au cours de l'hivernage 1988. Il a donné satisfaction aux populations locales.

INTRODUCTION

La volonté exprimée par les autorités sénégalaises d'aménager la région casamançaise remonte aux années 60. Il s'agissait à l'époque d'accroître les surfaces rizicultivées et d'améliorer leur productivité afin de dégager des surplus exportables.

La modification des conditions climatiques au cours des deux dernières décennies ont considérablement fait évoluer les systèmes d'aménagement. En rappelant brièvement l'historique des aménagements hydro-agricoles en basse Casamance (BARRY, 1986), nous présenterons quelques résultats récents montrant leur influence sur le milieu et proposerons des orientations possibles.

L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE LA BASSE CASAMANCE

Traditionnellement, le paysan diola sait aménager son environnement. Dans les vasières occupées par la mangrove il façonne, au prix d'un travail collectif colossal, une mosaïque de casiers rizicoles. Ceux-ci sont inondés, soit par les eaux marines, soit par les eaux pluviales selon un calendrier précis et une technique très élaborée.

De nombreux ouvrages, notamment ceux de PELISSIER (1966) et MARIUS (1985), décrivent en détail cette transformation du milieu en de vrais "polders". S'appuyant sur un tel savoir-faire, il paraissait tout à fait concevable d'envisager le défrichage des zones de mangrove sur de grandes étendues aux fins de mise en valeur.

* la poldérisation rationnelle

Les aménagistes ont alors mis en oeuvre, durant la période 1963-1975, plusieurs projets qui consistent à quadriller les terres par un réseau de canaux de drainage afin de favoriser leur dessalement. Aux vues d'études préliminaires sur les sols, la société ILACO (*) (1967) s'est chargée des travaux de terrain menés en divers sites du domaine fluvio-marin. Cependant, la connaissance imparfaite du milieu a entraîné l'échec relatif de ce type de politique. En effet, les sols se sont rapidement oxydés et ont vu leur pH chuter.

(*) International Land Development Consultants

Les enseignements de l'expérience ILACO ont montré la nécessité de mener des études détaillées sur ces sols et de comprendre leur évolution et leur fonctionnement lorsque les conditions édaphiques sont modifiées naturellement ou artificiellement (VIEILLEFON, 1974, MARIUS, 1985).

* les grands barrages

Parallèlement à cette recherche scientifique, la politique des aménagistes s'est orientée vers des solutions plus conformes au mode d'exploitation des terres, pratiqué par les paysans diolas en petites parcelles. Il s'agit de la politique des barrages anti-sel destinée à sécuriser économiquement la production rizicole et à fixer socialement les populations locales.

Cette politique a subi quelques vicissitudes eu égard aux changements climatiques intervenus depuis sa mise en oeuvre. Au milieu des années 70, elle envisagea l'endiguement et le barrage des affluents principaux du fleuve Casamance.

Le bolong de Guidel fut le premier à être aménagé et à être équipé d'un système de plusieurs portes battantes. Son rôle était de permettre la mise en valeur des terres salées et de protéger les sols de mangrove. Le fonctionnement commença en 1983 sur un schéma de gestion difficilement opérationnel. En effet, le délai important qui s'écoula entre sa conception, basée sur des données climatiques normales, et sa livraison a rendu caduque le modèle d'exploitation préconisé par la société ILACO. Le déficit pluviométrique enregistré durant ce laps de temps impose une révision adéquate de la gestion d'un tel ouvrage (BARRY et POSNER, 1986).

Un second barrage beaucoup plus imposant vient d'être achevé et mis en eau cette année sur le bolong de Bignona: il s'agit du barrage d'Affiniam. Nous montrerons plus loin ses premiers effets sur les sols et les eaux. D'autres projets sont actuellement à l'étude, notamment sur les bolongs du Soungrougrou et du Kamobeul.

* les petits barrages ou digues anti-sel

Les années particulièrement sèches du début de la décennie actuelle ont contribué à la transformation rapide et naturelle des conditions écologiques de la région. Abondamment décrites dans la littérature (LE PRIOL, 1983; MARIUS, 1985; ISRA/CRODT, 1986; BOIVIN et al, 1986; LE BRUSQ, 1987; ISRA/ORSTOM, 1988), nous rappellerons les modifications les plus spectaculaires:

- baisse généralisée du niveau piézométrique des nappes superficielles des bas-fonds et des plateaux,
- invasion et concentration des eaux marines dans tout le réseau hydrographique du fleuve Casamance,
- acidification, parfois extrême, des sols de mangrove,
- disparition sur d'énormes surfaces de la végétation originelle de mangrove,
- abandon des terres rizicultivées de mangrove et des bas-fonds salés.

Devant l'ampleur des dégâts occasionnés sur le milieu, il s'agissait de réagir au plus vite. Cette réaction s'est concrétisée par le démarrage en 1984 d'un programme de construction de petits barrages ou digues anti-sel, supervisé par le PIDAC (*) en collaboration avec les villageois, qui doivent être les initiateurs du projet à l'échelle locale. Leur participation aux travaux, à la maintenance et à la gestion de l'ouvrage sont des garanties de succès. L'emploi de matériaux disponibles localement et le dimensionnement raisonnable du barrage limite le coût de l'investissement. Cependant, la forte demande des populations paysannes rend l'aspect financier de ce plan de sauvegarde plus contraignant, mais sans commune mesure avec celui des grands barrages (USAID/SOMIVAC/ISRA, 1985).

La réalisation d'une trentaine d'ouvrages a permis d'atteindre plusieurs des objectifs visés, à savoir l'arrêt de l'intrusion des eaux marines sursalées de surface, la retenue des eaux pluviales, le désenclavement des villages en saison des pluies. L'impact sur le milieu est sensible: récupération de rizières productives sur les terres sableuses; baisse du niveau de la nappe phréatique en saison sèche; pêche possible dans la retenue (BARRY et POSNER, 1985).

Cependant, la gestion efficace de ces barrages au cours de la saison des pluies reste un sujet d'actualité. Le système d'ouverture par batardeaux se révèle peu efficace à l'usage, notamment lors de l'évacuation des premières eaux de ruissellement, les plus chargées en sels. La régulation de la lame d'eau, destinée au maintien d'un niveau propice à la riziculture inondée sur l'ensemble du bas-fond protégé, suscite des polémiques entre les paysans. Des aménagements secondaires seraient nécessaires.

Nous proposons de substituer au système actuel un dispositif de porte à crémaillère facilement manœuvrable et réglable. En début de remplissage, les eaux salées seront mieux évacuées. Sur les terres argileuses, un réseau de drainage à ciel ouvert, calé sur le lit de l'ancien marigot, est souhaitable. Il conviendra de contrôler l'évolution des caractéristiques physico-

(*) Projet Intégré de Développement Agricole de la Casamance.

chimiques de la nappe (réseau piézométrique) et des sols. Une étude est en cours, depuis cette année, dans le bas-fond de Djiguinoum. Des expériences de récupération des terres aménagées en casiers de dessalement sont également réalisées.

VALLEE DE BIGNONA: CONSEQUENCES DE LA PREMIERE FERMETURE DU BARRAGE D'AFFINIAM SUR LES EAUX ET LES SOLS

Le barrage d'Affiniam (fig. 1) a pour la première fois été fermé à la fin de l'hivernage 1987. Conçu sur le même principe que celui de Guidel, il doit permettre l'aménagement d'une vallée d'environ 12360 ha.

Le milieu, comme dans toute la zone, était au départ très dégradé: quasi disparition de la végétation de mangrove, extension des tannes vifs, hyper-salinisation des nappes et des sols, acidification des sols de mangroves non inondés régulièrement par les marées.

Les études antérieures permettent de suivre de façon précise l'évolution du milieu depuis la fin des années 60 (VIEILLEFON, 1974; MARIUS, 1985; AUBRUN et MARIUS, 1986: cartographie de la vallée). Un suivi des sols et des nappes a été entrepris à la hauteur du village de Balingore (moyenne vallée) et de part et d'autre de la digue (fig. 1).

*** évolution du plan d'eau pendant la saison sèche 1987/88**

Le niveau d'eau maintenue derrière la digue, après un maximum en septembre/octobre, a ensuite régulièrement baissé depuis novembre d'environ 0,3 cm par jour, jusqu'à la cote -1 m sous le niveau "0". Les premières pluies importantes provoquent un remplissage rapide de la retenue (+89 cm du 12 au 30 juillet 1988).

*** qualité des eaux de la retenue**

L'ouvrage d'Affiniam a fonctionné comme un barrage anti-sel. Les eaux encore salées (10 mS/cm) à la fermeture, étaient trois fois plus concentrées en juillet 1988, mais trois fois moins concentrées qu'en aval (90 mS/cm, soit plus de 2 fois l'eau de mer). Après évacuation des eaux et remplissage de la vallée, la conductivité se stabilise autour de 3 mS/cm fin août 1988. Le pH, précédemment autour de 6,5, descend à 3,3. Ces eaux ne sont pas très favorables à l'irrigation.

*** conséquences de la baisse du plan d'eau sur les nappes et les sols**

La séquence de Balingore s'étend des sols de mangrove décadente à Rhizophora, puis à Avicennia, aux sols de tanne vif. En mai 1988, la nappe précédemment en charge vers le tanne vif, s'était abaissée en même temps que le plan d'eau de 1 mètre sur les rives à 0,5 m au centre du tanne à 400 m du marigot (fig. 2). Elle devient à peu près horizontale et en dépression de 15 à 20 cm par rapport à celui-ci. Ceci témoigne d'une grande mobilité de la nappe superficielle dans des sols pourtant argileux (ZANTE et al., 1987).

La nappe est hyper-salée depuis 1974 sur toute la séquence (2 à 3 fois l'eau de mer), sans grandes variations depuis quelques années entre saison sèche et saison des pluies. Malgré la forte baisse de son niveau, il n'y a pas eu concentration des sels, mais une diminution d'environ 15% sur toute la séquence d'avril 87 à mai 1988. Ceci peut s'expliquer par un début de dessalement, à confirmer en 1988, dû à l'inondation, à une certaine évacuation des sels vers le marigot et à une accumulation dans les horizons sus-jacents.

L'extrême acidification des sols de la mangrove décadente (sols potentiellement sulfatés acides), est la conséquence la plus importante de la baisse prolongée des nappes (ILACO, 1967; BEYE, 1973; MARIUS, 1976, 1985). Le pH des anciens sols à Rhizophora est passé de 6 à moins de 2 sur les 60 premiers centimètres (fig. 3). Un peu plus haut topographiquement, les sols à Avicennia voit leur pH évoluer de 5 ou 4,5 à 2 sur une profondeur comprise entre 30 et 70 cm en moyenne. Les sols de tannes déjà acidifiés (sols sulfatés acides) se sont maintenus (pH 3) ou légèrement acidifiés (pH 2 à 3) de 5 à 100 cm environ.

La salure des horizons de surface des sols d'anciennes mangroves s'est amplifiée: croûtes salines et horizons micro-agrégés (moquettes). La dégradation physique de ces sols s'est amorcée: fissuration, affaissement, perte de tenue.

Le séquence en amont de la digue d'Affiniam présente une évolution similaire à celle de Balingore, avec toutefois une baisse apparente de la nappe moins marquée, peut-être sous l'effet de la nappe en charge existante en aval. L'acidification des sols est aussi intense mais moins profonde (0 à 40/50 cm en mai 1988).

Les conséquences sur la végétation en dehors des terrasses, sont une disparition rapide de la mangrove résiduelle, et une dégradation de la strate herbacée à halophytes qui seule, semblait bien reprendre au cours de l'hivernage 1988.

* conclusions

Suite à la baisse généralisée de la nappe alluviale dans la vallée de Bignona en amont du barrage et d'après la carte pédologique (AUBRUN et MARIUS, 1986) et nos observations, on peut conclure:

- à l'acidification sur 40 à 80 cm de profondeur, des 3550 ha de sols potentiellement sulfatés acides,
- à l'intensification de l'acidification sur une partie des 1640 ha de sols sulfatés acides, déjà acidifiés.

La poldérisation, préconisée par AUBRUN et MARIUS (1986), devra s'étendre aux sols récemment acidifiés, difficilement récupérables sans amendements ou intrusion d'eau salée pour relever le pH avant dessalement.

Un suivi de l'évolution du pH et de la salinité des sols, des nappes et des eaux libres, serait indispensable sur l'ensemble de la vallée, pour effectuer un bilan des sels et de l'acidité libérée par les sols dans les eaux, et actualiser la gestion du barrage. La grande mobilité des nappes implique une attention particulière aux transitions: bas-fonds, terrasses, plateau et aux têtes de vallées.

Au cours de la saison sèche, sans aménagements secondaires, et avec actuellement, peu ou pas d'apport d'eau douce par les nappes du plateau, il sera difficile de maintenir une hauteur d'eau importante dans la vallée pour compenser les pertes par évaporation et assurer en particulier les contre-cultures.

VALLEE DE DJIGUINOUM: PREMIERS RESULTATS

La vallée de Djiguinour, située à 15 km au nord-est de Ziguinchor (fig. 1), a été, comme tous les bas-fonds de la région, contaminée par la salure durant ces dernières années.

Dès 1984, une digue anti-sel, munie d'un petit barrage à batardeaux, a été mise en place et a permis de protéger 150 hectares contre toute intrusion marine. Cependant, le système d'ouverture du barrage s'est révélé peu fonctionnel.

En 1987 et avec l'accord du PIDAC, un nouveau dispositif, muni d'un levier à chaîne, a été installé. Il permet de manoeuvrer aisément une porte coulissant verticalement.

Durant l'hivernage 1988, ce barrage a permis d'une part d'empêcher toute entrée d'eau de mer dans la vallée, d'autre part d'effectuer des lâchers réguliers de l'eau retenue par la digue. L'objectif est non seulement de réguler la lame d'eau en amont du barrage, mais surtout d'éliminer une partie des sels présents dans les sols de la vallée, notamment les ions majeurs (aluminium, chlorures, sulfates). Les divers prélèvements, effectués à chaque évacuation d'eau, ont été analysés, sur place pour le pH, au laboratoire pour les autres constituants.

Ainsi, comme le montre la figure 4, au cours des lâchers d'eau effectués du 29-07 au 10-10, la teneur en sel décroît fortement jusqu'au 31-08, et se stabilise ensuite. Quant au pH "in situ", il demeure constant.

Un élément important, influant sur la géochimie des sols, l'aluminium, a également montré une évolution sensible au cours de la période allant du 08-08 au 10-10 (fig. 5). Nous constatons une chute importante de 11 mg/l de la teneur en aluminium durant les 10 premiers jours (du 08-08 au 18-08), et de nouveau une nette augmentation en fin d'hivernage.

Ces quelques résultats montrent le rôle primordial d'une bonne gestion hydraulique du barrage. Les premières eaux pluviales, chargées en sels, doivent être évacuées impérativement. Pour qu'elles soient efficaces, ces évacuations seront effectuées principalement durant la première moitié de l'hivernage. Le contrôle chimique et la connaissance des volumes lâchés permettront d'établir un bilan.

Le dispositif mis en place à Djiguinoum est facilement adaptable à de petites vallées (inférieures à 200 ha), car il est d'un emploi simple et peu coûteux.

Outre cet aspect pratique, la vallée de Djiguinoum fait l'objet d'un suivi régulier de la nappe superficielle à l'aide d'un réseau piézométrique, d'un contrôle annuel de la salinité des sols (BOIVIN et al, 1988) et d'expérimentations de dessalement des terres.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUBRUN A., MARIUS C., 1986.
Etude pédologique sur la vallée de Bignona en Casamance. Rapport définitif. Ministère Hydraulique / Organisation et Environnement.
- BARRY B., 1986.
Situations des aménagements hydro-agricoles des terres salées de basse Casamance. IIIème séminaire sur les aménagements hydro-agricoles et systèmes de production, 16-19 Décembre 1986, Montpellier.
- BARRY B., POSNER J.L., 1986.
Bilan de trois années de suivi hydro-agricole du barrage-écluse de Guidel. IIIème Symposium Int. sur les sols sulfatés acides, 6-11 janvier 1986, Dakar.
- BARRY B., POSNER J.L., 1985.
Suivis des zones salées en basse Casamance. IIème Table Ronde sur les barrages anti-sel en basse Casamance, 12-15 juin 1985, Ziguinchor.
- BEYE G., 1973.
Acidification of mangrove soils after empoldering in lower Casamance. In "Acid Sulfat Soils", Dost Ed., Wageningen, ILRI 18, vol. 2, 359-372.
- BOIVIN P., BRUNET D., JOB J.O., 1988.
Conductivimétrie électromagnétique et cartographie automatique des sols salés: une méthode rapide et fiable. (soumis à publication).
- BOIVIN P., LOYER J.Y., MOUGENOT B., ZANTE P., 1986.
Sécheresse et évolution des sédiments fluvio-marins au Sénégal; cas de la basse Casamance. Symposium INQUA, 21-28 avril 1986, Dakar.
- ILACO, 1967.
Aménagements hydro-agricoles en Casamance. Rapport de gestion des casiers de Médina et de Ndieb (1965-1967).
- ICRA/CRODT, 1986.
Actes du séminaire "L'estuaire de la Casamance: environnement, pêche, socio-économie". 19-24 juin 1986, Ziguinchor.

- ISRA/ORSTOM, 1988.
 Mise en valeur des mangroves au Sénégal. Rapport final. C.C.E., Contrat T.S.D. A 104 (MR).
- LE BRUSQ J.Y., LOYER J.Y., MOUGENOT B., CARN M., 1987.
 Nouvelles paragenèses à sulfates d'aluminium, de fer et de magnésium, et de leur distribution dans les sols sulfatés acides du Sénégal. Science du Sol, 25(3), 173-184.
- LE PRIOL J., 1983.
 Synthèse hydrogéologique du bassin sédimentaire casamançais. Ministère de l'Hydraulique, Dakar.
- MARIUS C., 1976.
 Effet de la sécheresse sur l'évolution des sols de mangroves. Casamance - Gambie. Multigr., ORSTOM, Dakar.
- MARIUS C., 1985.
 Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Ecologie, Pédologie, Géochimie, Mise en valeur et aménagement. Trav. et Doc. ORSTOM, 193.
- PELISSIER P., 1966.
 Les paysans du Sénégal-Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. Imp. Fabrègue, St Yrieix.
- VIEILLEFON J., 1974.
 Les sols des mangroves et des tannes de basse Casamance (Sénégal). Importance du comportement géochimique du soufre dans leur pédogénèse. Mém. ORSTOM, 83.
- USAID/SOMIVAC/ISRA, 1985.
 Actes de la IIème Table Ronde sur les barrages anti-sel, 12-15 juin 1985, Ziguinchor.
- ZANTE P., LE BRUSQ J.Y., MONTOROI J.P., 1987.
 Mise en valeur des mangroves au Sénégal, sites d'étude de Koubalan et de Djiguincom, rapport de campagne 1986. Multigr., ORSTOM, Dakar.

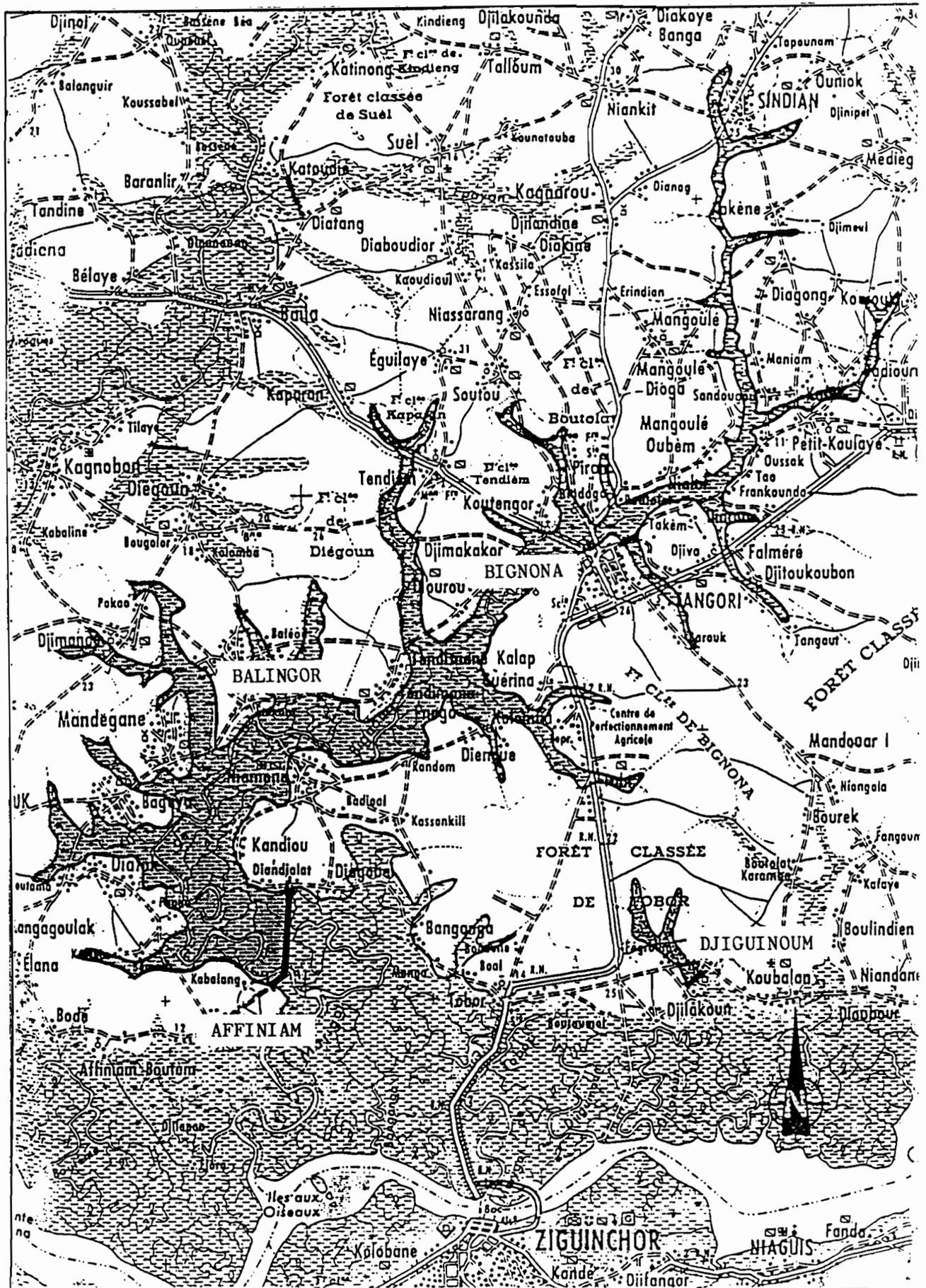


Fig. 1. Carte de situation (d'après AUBRUN et MARIUS, 1986 modifiée)

— Digue et Barrage anti-sel.

EVOLUTION DES ETATS DE SURFACE ET DE LA NAPPE

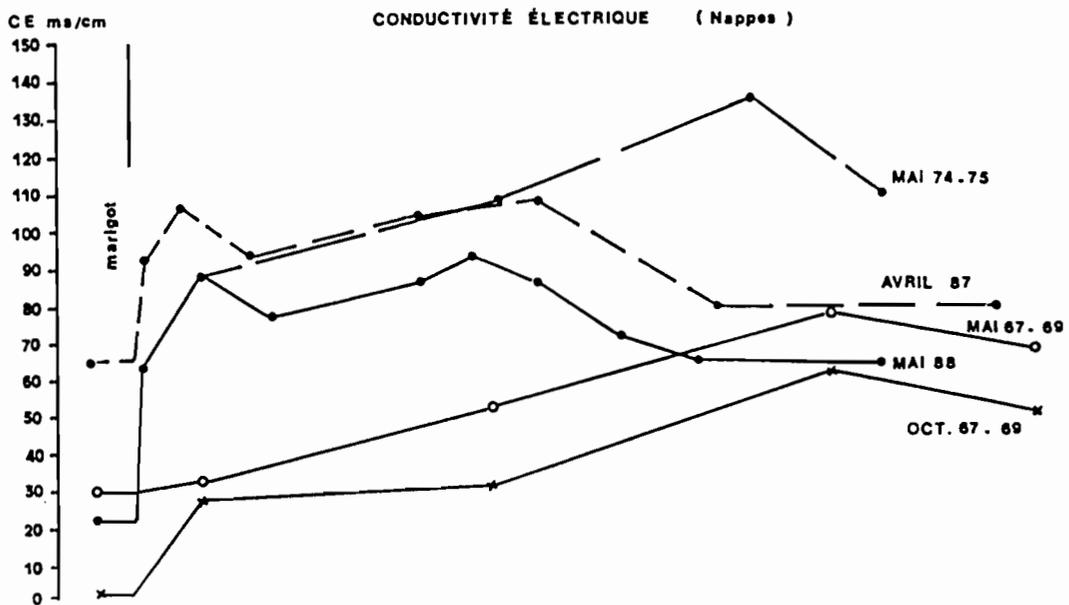
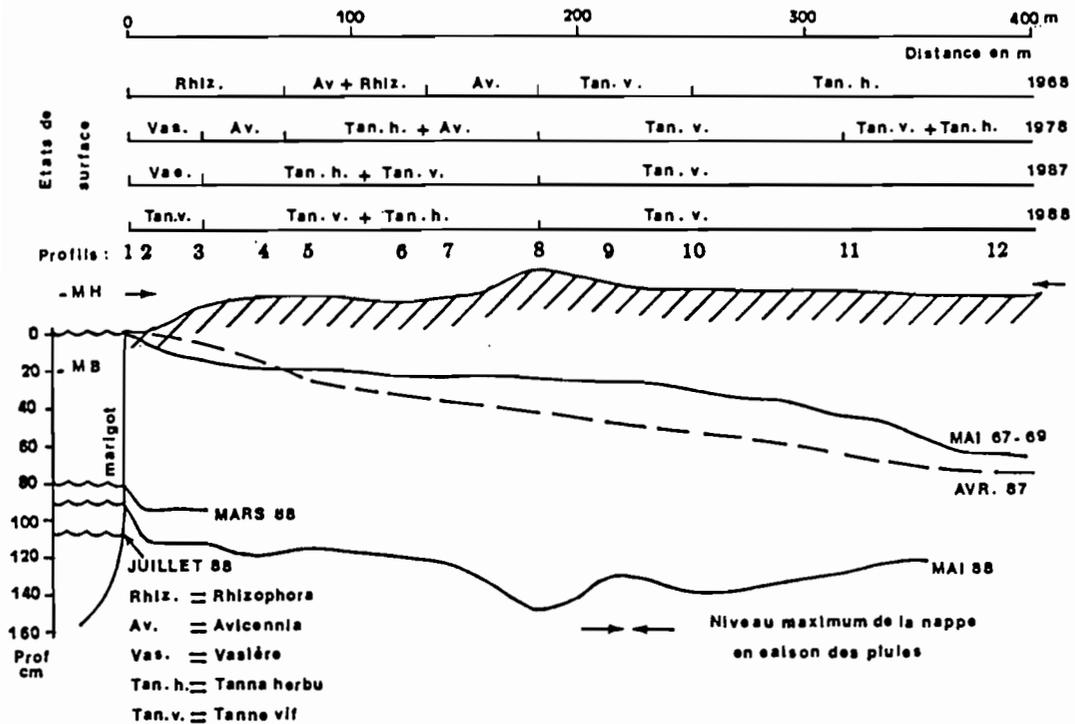


Fig. 2 : Séquence de Balingore, vallée de Bignona (Basse Casamance).

Evolution des états de surface du niveau de la nappe et de la conductivité électrique : MAI et OCT. 67-69 (VIEILLEFON, 1977); MAI 74-75 (MARIUS, 1985); AVRIL 87, MAI 88 soit 8 mois après la fermeture du barrage d'Affiniam.

Etats de surface en 1987 :

Vasière sursalée		Vasière sursalée à Rhiz.morts	Tanne herbu dégradé à Sesuvium P., Avicennias morts	Tanne vif (bord de la dépression)	Tanne vif fond de la dépression
------------------	--	-------------------------------	-----------------------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------

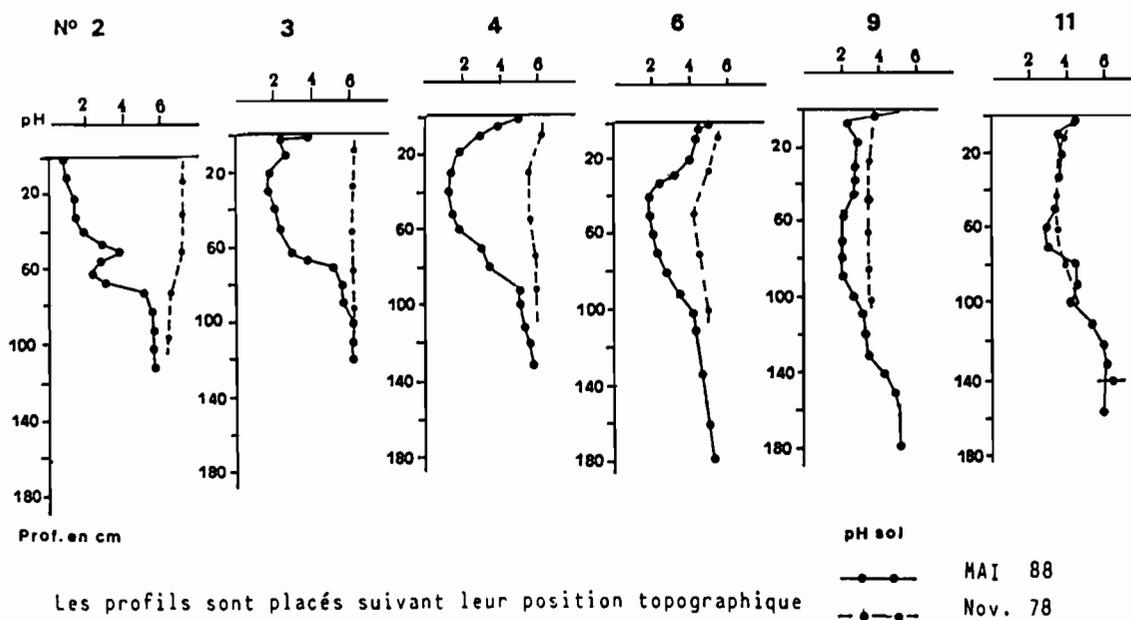


Fig. 3: Séquence de Balingore, vallée de Bignona (Basse Casamance).
 Variation du pH des sols en Nov. 78 (MARIUS, 1985); et Mai 88

BARRAGE de la VALLEE de DJIGUINOUM

Fig.4: pH et CE des lâchers d'eau

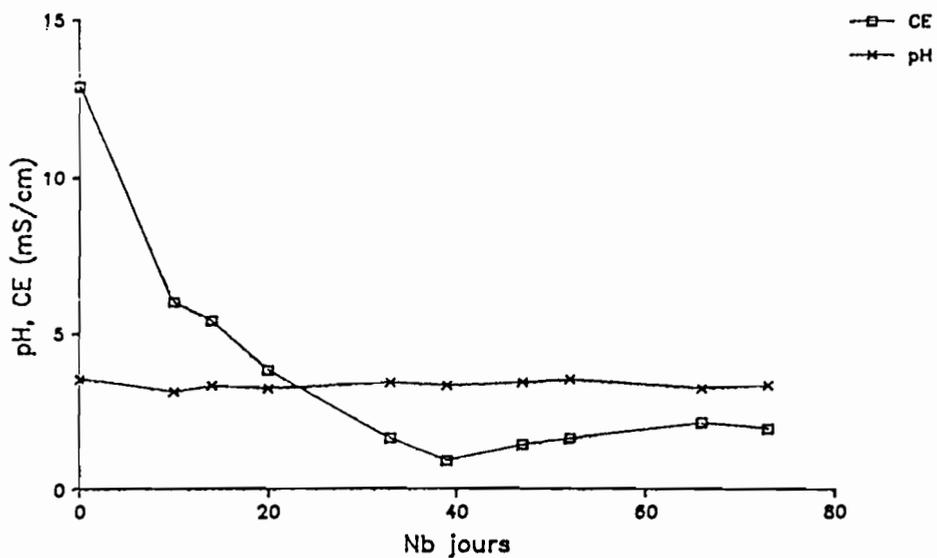


Fig.5: Aluminium dans les lâchers d'eau

