09726

PROJET CAMPUS

L'après barrage dans la vallée du Sénégal

Modifications hydro-dynamiques et sédimentologiques : conséquences sur le milieu et les aménagements hydro-agricoles

RAPPORT DE SYNTHESE

sur les travaux menés au cours de la première année (1989)

établi par P. MICHEL

Professeur émérite

Université Louis Pasteur - Strasbourg I

U.F.R. de Géographie

Strasbourg

Mars 1990

09726 1033

Ce projet CAMPUS, présenté par des équipes de chercheurs des universités de Dakar, Perpignan, Strasbourg I et du Centre ORSTOM de Dakar, a été adopté par le Ministère de la Coopération et du Développement en octobre 1988. J'ai effectué une mission de 10 jours en novembre-décembre 1988 à Dakar pour la mise en place du projet et l'organisation des recherches. J'ai pris des contacts avec des responsables de divers organismes pour préciser les relations et nos travaux d'études sur le terrain et en laboratoire. J'ai pu survoler la région du Delta et la Moyenne Vallée du Sénégal avec trois collègues. Nous avons eu ainsi un aperçu général des conséquences de la sécheresse persistante sur ce milieu fragile et de l'intervention humaine (déboisement) ; nous avons pu voir les aménagements réalisés et en cours.

Je viens de faire une mission de trois semaines au Sénégal (février 1990) avec M. MIETTON, Professeur de Géographie Physique Tropicale à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg depuis le 1/10/1989, qui est donc à la fois mon collaborateur et mon successeur. Nous avons effectué une tournée sur le terrain avec des collègues de Dakar pour voir plusieurs stations de mesures. Nous avons établi lors de deux réunions avec tous les participants du projet, présents à Dakar, le bilan des travaux menés au cours de la première année de fonctionnement et celui des dépenses ; puis nous avons discuté ensemble des recherches à poursuivre ou à mettre en route et préparé les prévisions budgétaires pour la deuxième tranche de crédits.

1 - PROGRAMME ET EQUIPES DE RECHERCHES

Les impacts des barrages et de la sécheressse sur le milieu sont nombreux et variés. Nous avons donc centré les recherches sur certains thèmes qui nous paraissent importants pour pouvoir mieux cerner l'évolution et les transformations en cours, par différentes méthodes d'approche. Nous avons aussi limité les travaux d'études sur le terrain à certains secteurs de la région du Delta et de la Moyenne Vallée, en territoire sénégalais, de Guédé-Podor, jusqu'à l'embouchure du fleuve (1). C'est déjà un vaste domaine et ce sont les parties de cette grande vallée alluviale où les modifications s'avèrent les plus importantes.

A la demande du Ministère de la Coopération, nous avons d'abord précisé la répartition des tâches et les liens qui existent entre la Mission Hydrologique conduite par l'ORSTOM pour l'OMVS (Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal). Celle-ci s'occupe uniquement de la prévision des crues et de la gestion des eaux du bassin du Sénégal. Il n'y a donc pas double-emploi entre ce programme et celui de notre projet, mais complémentarité. Nous devons rester en étroite relation : ainsi les mesures morphodynamiques de l'action fluviale (érosion et sédimentation dans les méandres, par exemple), réalisées dans le cadre de notre programme, devront suivre les crues et les "lâchers" (artificiels) des eaux du fleuve depuis le barrage-réservoir de Manantali (cf. la note envoyée au Ministère en janvier 1989).

---

(1) Veuillez vous reporter à la figure hors texte à la fin du rapport. La plupart des localités ou des cours d'eau, cités dans le rapport, y sont indiqués.

Nous avons organisé nos recherches sur trois thèmes principaux en trois opérations, avec trois équipes :

1. *Transformations de la morphodynamique dans la vallée du Sénégal, surtout en amont du barrage-digue de Diama (photo 1), dans le lit mineur, dans la vallée alluviale et sur sa bordure : (a) changements dans le bilan érosion/sédimentation induits par l'artificialisation du régime, (b) influence de la dynamique éolienne qui a pris une grande ampleur, (c) répercussions sur des aménagements hydro-agricoles. Ces études sont menées par M. SALL, A. KANE, N. DIOP, avec quelques étudiants de Maîtrise de Géographie.*

2. *Sédimentologie en milieu littoral et évolution de la zone d'embouchure du Sénégal (a) mesures hydrodynamiques avec établissement de profils topobathymétriques, (b) régimes de sédimentation, (c) prélèvements et analyses des sédiments. Ces opérations sont effectuées par J.P. BARUSSEAU, B. DIOUF, A. KANE, J.L. SAOS, J. MONTEILLET (2). S'y ajoutent des études d'hydrochimie de M. BA.*

3. *Dynamique des milieux naturels dans la Moyenne Vallée. Il s'agit d'une approche globale qui consiste en (a) cartographies des unités morphodynamiques, (b) constitution d'un système d'informations géographiques (cartographie assistée par ordinateur) et (c) suivi de l'évolution de ces unités par télédétection et contôles de terrain. L'équipe comprend plusieurs chercheurs de 3e cycle, avec quelques étudiants de Maîtrise de Géographie. Elle est dirigée par J.F. RICHARD.*

Chaque équipe établit le calendrier pour la réalisation de son programme. Une coordination a lieu pour règler certains problèmes. Une collaboration s'instaure pour des travaux sur le terrain. Ainsi A. KANE participe aux études des équipes 1 et 2. Nous entretenons aussi des relations fructueuses avec deux autres projets de recherche concernant la Vallée du Sénégal. D'abord le projet sur "la Qualité des Eaux", financé par la CEE et dirigé par J.Y. GAC, géologue-hydrologue au Centre ORSTOM ; les études, très fouillées, portent sur les eaux de surface et leur relation avec les nappes souterraines, surtout dans le secteur de Richard-Toll - lac de Guier (fig.). Puis le projet "Eau et Santé", du Ministère de la recherche (MRST), mené par une équipe pluridisciplinaire de l'ORSTOM qui comprend un géographe.

Plusieurs rapports ont été établis collectivement par les membres des différentes équipes pour faire le point des travaux menés au cours de la première année de fonctionnement du Projet. Ils se trouvent en annexe de ce bref rapport de synthèse, groupés par opération. Je reprend maintenant certains résultats et les complète quelquefois par des observations faites lors de la dernière tournée sur le terrain.

2 - ETAT DES TRAVAUX ET PREMIERS RESULTATS

L'opération 1 a nécessité la mise en place d'un réseau de postes d'observation de la dynamique actuelle. Des stations de mires ou de bornes ont été implantées en divers endroits. Ce réseau sera complété au cours des prochains mois. Les mesures ont été faites lors des dernières missions, en janvier et février 1990, pour avoir les premières données sur l'érosion hydrique, l'ablation ou la sédimentation éolienne et l'avancée de dunes.

---

(2) S. DIOP est un membre de cette équipe, mais il s'occupe surtout du Projet COMARAF à l'UNESCO jusqu'à fin 1990.

Les modifications du régime du Sénégal auront probablement des répercussions pour le sapement latéral de la rive concave des nombreux méandres du fleuve en période de crue et la sédimentation sur la rive convexe, son corollaire. Le recul mesuré après la crue de 1989 dans le secteur de Dagana (0,50 à 0,60 m) est inférieur à la moyenne enregistrée pour la période avant barrage. Mais il augmente considérablement lorsque intervient un obstacle, comme au pont routier de Guia (fig.) où les enrochements de protection ont été séparés de la berge en quelques années seulement (photo 2). On observe aussi un sapement progressif de digues en terre par le clapotis des petites vagues (photo 9) au marigot du Djoudj et au barrage de Keur Momar Sarr, à l'extrémité Sud du lac de Guier ; il faut donc établir dès maintenant une protection de ces digues.

Au sapement latéral des rives concaves s'ajoutent des ravinements profonds des berges. Ils se déclenchent lorsque les premières averses, souvent fortes, tombent sur le sol limono-sableux, dénudé et compacté, des hautes levées (fondé), alors que le niveau du fleuve est encore très bas. Ces ravins se développent ensuite d'une année à l'autre. Celui de Ndiawara, entre Guédé et Guia (fig.), s'est allongé de 9,10 m en deux ans (janvier 88 à février 90), alors que tout le ravinement s'est élargi de 14,60 m (photo 3). Il faut donc éviter l'implantation de périmètres irrigués sur le bord même du fleuve, au moins à certains endroits.

Ces sapements latéraux et ces ravinements des berges fournissent des matériaux (sable fin et limon surtout) transportés par le fleuve. Une forte proportion est arrêtée par le barrage de Diama les eaux du fleuve sont troubles à l'amont, beaucoup plus claires à l'aval (photo 1). Les mesures des matières en suspension, commencées début août 1989, fourniront des pécisions (cf. rapport A).

Avant la construction de digues et les aménagements, les matières en suspension ou en solution précipitaient dans des parties basses du lit majeur lors de l'inondation annuelle. Les observations en cours indiquent déjà que ce n'est plus le cas. Par contre on remarque un envasement des canaux d'irrigation. L'écoulement est très faible dans les grands marigots de la région du Delta qui servent d'adducteurs pour les casiers hydro-agricoles, comme le Lampsar en aval de Boundoum (fig.). La végétation aquatique se développe. Les cultivateurs sont obligés de l'enlever souvent. La sédimentation d'éléments fins se poursuit dans les canaux d'irrigation , aussi sont-ils tapissés de limon jaune (photo 4). Des mesures et des enquêtes auprès des paysans, poursuivies au cours des prochaines années, permettront de mieux connaître les conséquences sur les aménagements (cf. rapport B). Des techniciens de la C.S.S. (Compagnie Sucrière du Sénégal) nous ont dit que les canaux d'irrigation du casier de Richard-Toll sont curés chaque année.

A ces sédiments fluviatiles s'ajoutent d'importants dépôts de sables fins et limons éoliens pour obstruer des canaux. Des vents, parfois violents, soufflent dans la région du Delta et la Moyenne Vallée presque toute l'année ; ils changent souvent de direction. Aussi la déflation éolienne est-elle intense, surtout parce que la végétation est devenue sporadique ou a complètement disparue (photo 5) ; il n'existe aucun brise-vent ! Une partie du matériel se dépose au moindre obstacle, petit buisson ou touffe d'herbe, formant de nombreuses nebkas (photo 6). Des sédiments colmatent aussi peu à peu d'anciens chenaux deltaïques, jalonnés d'Acacia nilotica qui meurent par manque d'inondation.

Les recherches en cours précisent cette dynamique éolienne très complexe. Des observations fines ont permis d'établir un schéma de l'évolution des nebkas. L'étude de leur structure interne permettra de chiffrer l'ampleur et les différentes phases de la sédimentation (cf. rapport A). Les premiers contrôles des stations de mires montrent que certains secteurs sont des couloirs de déflation et de transit (à l'ENE de Ross-Béthio), d'autres des aires de sédimentation importantes en nebkas ou en nappe. Ainsi nous avons mesuré un dépôt de sable fin-limon, épais de 12 cm, dans des parcelles d'un aménagement en cours près de Gorom, à l'Ouest de Boundoum ; ce casier villageois, établi récemment, n'est pas encore mis en culture (photo 7). Les anciennes dunes fixées de la bordure (diéri) sont ravivées par endroits. Ce processus est très net à Ndiayène, au SSW de Podor (fig.). La partie supérieure de ces grands cordons dunaires est maintenant remaniée en crêtes sigmoïdes ou barkhanes enchevêtrées (photo 8), très mobiles. Les mesures faites jusqu'à présent indiquent une avancée de 14 à 27 m

en 10 mois (30/3/89 au 3/2/90) ; elle peut même atteindre 4 à 5 m en seulement 15 jours (entre le 19/1 et le 3/2/90), période pendant laquelle les vents ont soufflé très fort.

L'opération 2 consiste en une étude très précise de l'évolution du lit mineur du Sénégal en aval du barrage de Diama et du littoral près de l'embouchure (fig.). De nombreux exemples montrent que les barrages induisent des changements importants dans l'équilibre dynamique du système fluvio-marin, d'où la nécessité d'un programme de surveillance de la côte dans ce secteur. A cet effet un observatoire a été mis en place à Gandiol, où le fleuve très large, n'est plus séparé de l'Océan que par le mince cordon littoral de la Langue de Barbarie (photo 9).

L'évolution morphologique de la plage aérienne et du profil sous-marin est suivie au cours des deux principales saisons climatiques, en fin de saison sèche (juin) et en fin de saison des pluies (octobre). Ce suivi est réalisé grâce à l'établissement de profils en domaine émergé et en domaine marin sur le littoral et par un enregistrement de la bathymétrie au niveau du fleuve. Ces enregistrements topobathymétriques sont effectués à l'aide d'un géodimètre à rayon laser qui donne par lecture la distance et le dénivelé d'un point du profil par rapport à la borne repère. Pour les analyses des sédiments, des échantillons sont prélevés en fonction des ruptures de pentes constatées sur les profils.

Après la présentation de la méthodologie d'étude, le rapport A fait une analyse détaillée et comparative des 15 profils établis sur le littoral en juin et en octobre 1989. Un tableau présente les valeurs de pente des trois unités de l'avant-côte (glacis ; barre ; avant-plage) , elles sont généralement très faibles, aussi bien en juin qu'en octobre. La profondeur maximale du lit du Sénégal à Gandiol se situe entre 6 et 8 m : ses flancs sont irréguliers. D'après ces premières mesures on peut envisager que des accumulations se produisent sur tout le flanc Est du chenal pendant la crue. En conséquence, la réduction de la surface mouillée accroît les vitesses dans la partie Ouest, près du cordon littoral, et provoque ainsi l'érosion des matériaux (photo 9) ; "cette hypothèse devra être contrôlée par l'observation de la répétition du phénomène dans les mêmes conditions et par la quantification courantologique des écoulements". Le régime d'évolution du littoral se caractérise par un engraissement du profil sous-marin en saison des pluies. Ce matériel ne proviendrait pas de la plage, mais de l'intensification des apports longitudinaux. Au niveau de la base serrée longue de 350 m, où sont effectuées les mesures, s'est accumulé un volume sédimentaire d'environ 95 000 m^3. D'après les premières analyses granulométriques le matériel est plutôt fin, ce qui indique des conditions hydrodynamiques calmes par suite de l'affaiblissement des alizés en saison des pluies. A cause de sa finesse, il est instable et peut être repris aisément par des houles même faibles.

Une étude complémentaire a pour objectif de préciser la dynamique sédimentaire dans le lit du fleuve, depuis Diama jusqu'à l'embouchure, après la mise en eau du barrage. Elle consiste à évaluer les modifications des différents profils bathymétriques du chenal et à apprécier ainsi les transits et dépôts sédimentaires. Cinq profils ont été établis : à Diama amont, Diama aval, Dakar-Bango, Saint-Louis, Gandiol et à l'embouchure (fig.). Une première série d'échantillons a été prélevée et analysée. Le rapport B présente les profils et les points de prélèvement, puis donne les résultats des analyses de la granulométrie et de la matière organique des sédiments, accompagnés d'un bref commentaire.

L'opération 3 constitue une étude globale de la dynamique des milieux naturels dans un large secteur de la Moyenne Vallée du Sénégal, entre Dagana et Podor (fig.). Elle a pour objet l'analyse des changements d'état actuel du milieu et, si possible, la mise en évidence de certaines tendances évolutives, sous les effets combinés de l'artificialisation des débits du fleuve, de l'accroissement des activités humaines et des aléas du climat.

Cette première année a été consacrée surtout à la mise au point de méthodes de travail susceptibles de répondre à une double problématique : d'abord caractériser les différentes unités naturelles du point de vue de leur dynamique actuelle en étudiant surtout l'évolution du couvert végétal, les changements d'état de surface du sol et les variations du bilan hydrique ; ensuite généraliser les bilans dynamiques obtenus, à des secteurs représentatifs plus étendus, grâce aux techniques de la cartographie assistée par ordinateur et de la télédétection.

La démarche a été la suivante : photointerprétation pour délimiter des "unités dynamiques" (= segments du paysage) provisoires ; choix de "toposéquences" complètes (ou transects), allant du diéri au Sénégal ou au Doué et recoupant les divers segments de paysage ; puis sur le terrain, levé topogaphique de précision des toposéquences, d'une longueur de 2,5 à 13 km, délimitation exacte des divers segments de paysage et relevé systématique des milieux caractérisant chaque segment, soit une centaine de relevés méthodiques complets, portant sur les végétations ligneuses et herbacées, les états de surface du terrain, les sols et les formations superficielles. Ces travaux de la phase d'inventaire préliminaire ont permis de retenir trois toposéquences représentatives de la Moyenne Vallée et de choisir 20 stations pour l'étude de la dynamique des milieux. Elles se situent près de Ndioum (à l'Est de Guédé), de Mbantou à Donaye (au SE de Podor) et près de Guem Yala (à l'Est de Dagana).

La méthode d'étude, très originale, rappelle la technique des "points-quadrats", mais s'inspire surtout des techniques développées précédemment en Côte d'Ivoire pour caractériser différentes unités paysagiques. La méthode, mise au point par J.F. RICHARD avec des chercheurs sénégalais travaillant en équipe, est exposée dans le rapport en annexe. Les premiers résultats fournis par cette méthode, complétés par une caractérisation hydrodynamique des sols, sont en cours de traitement. Quelques schémas montrent déjà que cette technique d'analyse des structures du milieu est fine et précise une répétition dans le temps devrait permettre de caractériser la plupart des changements d'état saisonniers et interannuels.

La restitution cartographique de ces changements d'état du milieu a commencé et devrait se poursuivre jusqu'à la fin du Projet. Il ne s'agit pas d'une extrapolation, mais d'une simple visualisation. Elle est réalisée avec l'aide du Centre de Suivi Ecologique (C.S.E., PNUD-FAO) à Dakar. La méthode associe plusieurs logiciels. Les démarches et les moyens pour réaliser cet important travail cartographique sont précisés dans le rapport. Les premières cartes, jointes, montrent l'intérêt de cette visualisation appliquée à la morphodynamique (intensité de la déflation éolienne, décantation et accumulation limoneuse) ou aux caractéristiques des horizons supérieurs des sols (porosité totale, hydromorphie).

3 - POURSUITE DES ETUDES ET PREVISIONS

Ces premiers résultats ne sont que provisoires et indiquent des tendances. Les mesures à venir les confirmeront ou, éventuellement, les modifieront. Il est donc absolument nécessaire de les poursuivre pendant deux ans, au moins, pour avoir un aperçu des évolutions. D'autre part, il faut compléter les recherches en cours et parfois les étendre, dans la mesure des moyens disponibles.

Les résultats des mesures effectuées dans le cadre de l'opération 1 concernant l'action éolienne montrent déjà qu'elle varie beaucoup au cours de l'année. Ainsi la partie supérieure des dunes ravivées de Ndiayène s'est déplacée de plusieurs mètres en 15 jours, alors qu'elle ne bouge guère pendant de longues périodes. Il faut donc mettre cette morphodynamique en relation avec des observations météorologiques fines. Il devient indispensable d'implanter au moins un anémomètre-enregistreur pour connaître exactement les vitesses de pointe des vents et leur direction. Par contre, des précipitations, même faibles, inhibent la déflation éolienne. Ainsi une pluie de 4 mm (mesurée à Richard-Toll) a figé le paysage de la région du Delta pendant plusieurs jours, début février 1990 : pas de mouvements des sables et limons, pas de brume sèche (photos 6 et 7). Des pluviographes sont aussi nécessaires pour suivre les actions des ruissellements et ravinements sur les hautes levées (fondé) en saison des pluies (photo 3). D'une façon générale, les études de microclimatologie doivent se développer pour pouvoir mieux évaluer la morphodynamique.

Un secteur du Delta est complètement transformé par des modifications hydrologiques, celui du parc national des oiseaux du Djoudj (fig.). De vastes terrains y sont maintenant inondés en permanence par les eaux douces du fleuve (photo 10). La végétation subaquatique se développe et les surfaces d'eau libre se réduisent. Ces eaux stagnantes se décantent. Il est convenu d'implanter des stations de mesure de la sédimentation à différents endroits, en collaboration avec la Direction des Parcs Nationaux du Sénégal.

Pour l'opération 2 on prévoit l'installation d'une base d'observation complémentaire à Mboro sur le littoral, entre celle de Gandiol (embouchure du Sénégal) et de Malika (côte septentrionale de la presqu'île du Cap Vert). Située au Nord du canyon de Cayar, elle devrait permettre d'apprécier l'impact de ce canyon sous-marin dans les transferts sédimentaires, puisqu'il piège une partie du matériel amené par la dérive littorale depuis le secteur de Saint-Louis.

L'opération 3 envisage de développer la cartographie des milieux au cours des deux prochaines années. Les objectifs de cette action de recherche sont de passer à une véritable généralisation et extrapolation cartographiques des résultats obtenus à l'échelle stationnelle. Les cartes, établies aux échelles complémentaires du 1/50 000 (cartes des "segments de paysages" unités dynamiques) et du 1/200 000 (carte des "paysages"" . unités cinétiques) devant couvrir l'ensemble de la région Dagana-Podor. La méthodologie est en cours d'élaboration. Pour réaliser une telle cartographie diachronique il faudra disposer de scènes SPOT suffisamment nombreuses.

Ainsi les recherches sur le terrain et en laboratoire, menées grâce au Projet CAMPUS, permettent d'initier des chercheurs sénégalais à des techniques de pointe, utilisées de plus en plus dans les domaines de la géographie et de la géologie, comme dans d'autres. C'est le cas notamment de la télédétection et de la cartographie assistée par ordinateur, ou de l'emploi du géodimètre, acheté par le Laboratoire de Sédimentologie Marine de Perpignan avec une aide financière du Projet. Certains travaux demandent aussi l'élaboration et l'expérimentation de méthodes nouvelles dans cette recherche. Les études en cours sont donc utiles à la fois pour l'aménagement du bassin du Sénégal et la formation d'enseignants-chercheurs sénégalais de haut niveau scientifique.

Deux Maîtres-Assistants du Département de Géographie de Dakar, A. KANE et N. DIOP, participent à ces travaux et les résultats des études leur permettront de faire avancer leurs thèses d'Etat, dirigées par M. SALL. Plusieurs étudiants sénégalais préparent des thèses de 3e Cycle dans le cadre des recherches du Projet, principalement sous la direction de J.F. RICHARD. D'autres terminent leurs mémoires de Maîtrise en prenant une part active aux travaux des équipes (cf. les rapports des opérations 1 et 3).

Ces recherches variées sur un sujet très vaste, menées par différentes méthodes d'étude au cours des deux prochaines années, devraient donner une moisson abondante d'observations précises et de résultats chiffrés, grâce aux nombreuses mesures sur le terrain, ainsi que des documents cartographiques expressifs. Ils seront d'un grand intérêt scientifique et pratique. C'est pourquoi nous avons envisagé, lors de notre deuxième réunion à Dakar, d'établir à la fin du Projet un rapport substantiel, regroupant tous ces résultats et informations, et de le diffuser large-ment.

Certaines mesures sur le terrain, effectuées pendant les trois années du Projet, donneront des indications valables, mais pas encore de certitudes. il faudra les poursuivre pendant des périodes beaucoup plus longues, dans le cadre des conventions entre l'Université de Dakar et celles de Strasbourg et de Perpignan. C'est le cas, par exemple, des sapements de la rive concave dans des méandres, de certains aspects de la dynamique éolienne, de l'évolution de l'estuaire.

Il est important de savoir que le programme CAMPUS est soutenu par les deux conventions. Elles ont financé jusqu'à présent toutes les missions des enseignants-chercheurs venant de France pour travailler dans le cadre du Projet (voyages et frais de séjour). Celle de Strasbourg a même pris en charge, à plusieurs reprises, des frais de terrain.

4 - BILAN FINANCIER

La première tranche de crédits, d'un montant de 250 000 F, a servi d'abord à acquérir les équipements nécessaires : achat d'un véhicule (camionnette Renault) pour faire le terrain, acquisition d'une photocopieuse et d'une imprimante couleur, contribution à l'achat d'un géodimètre. Puis les travaux sur le terrain ont absorbé la majeure partie du reliquat : frais de carburant, de main d'oeuvre, per diem pour les chercheurs sénégalais, achat de petit matériel, entretien du véhicule, etc ... S'y est ajouté récemment l'achat d'une carte informatique pour le Laboratoire de Télédétection du Département de Géographie de Dakar. C'est pourquoi les dépenses atteignent maintenant 281 000 F, répartis comme suit

Achat véhicule + frais du transitaire et assurance (1 an)	*79 174 F*
- Achat photocopieuse	*29 835 F*
Achat imprimante couleur	*15 300 F*
Contribution pour le géodimètre	*50 000 F*
Frais de terrain (carburant, main d'oeuvre, per diem, petit matériel, entretien véhicule)	*51 691 F*
- Achat d'une carte informatique	*56 000 F*
TOTAL	***281 000 F***

Ainsi il ne reste plus que 219 000 F, sur le montant total de 500 000 F alloués au Projet. Cette somme ne suffira pas pour mener à bien au cours des deux prochaines années le vaste programme de recherches, présenté dans les pages précédentes. C'est pourquoi nous demandons un complément de crédit de 50 000 F.

Lors de notre dernière réunion à Dakar nous avons prévu la répartition suivante

- Achat d'images SPOT	*35 000 F*
Missions pour le Sénégal et la France (voyages + frais de séjour)	*34 000 F*
à payer en France	
Frais de terrain (carburant, main d'oeuvre, per diem, petit matériel)	*102 000 F*
- Indemnités pour des lecteurs et gardiens de stations de mesures	*15 000 F*
- Entretien, réparations et assurance du véhicule (2 ans)	*23 000 F*
- Frais d'analyses (à l'extérieur)	*7 000 F*
- Achat de matériel (2 pluviographes)	*13 000 F*
- Frais de publication du rapport final	*40 000 F*
à payer à Dakar	
TOTAL	***269 000 F***

La plupart des missions d'enseignants-chercheurs, venant de France pour participer aux travaux du Projet continuerons à être payées par les deux conventions. Celle de Strasbourg a aussi prévu l'achat d'un anémomètre-enregistreur pour les études des actions éoliennes dans le Delta et la Moyenne Vallée.

Il devient très urgent de prendre une décision pour que les crédits de la deuxième tranche puissent être engagés rapidement. Notre situation financière est particulièrement difficile puisque la première tranche est épuisée et même dépassée par suite de l'achat d'une carte informatique pour le Laboratoire de Télédétection. Depuis fin février toutes les missions prévues ont dû être annulées. Cela est très dommageable puisqu'elles consistent surtout en un "travail de suivi" sur le terrain (relevés de mesures effectuées à dates fixes) : il est donc interrompu. Nous espérons que ce travail pourra reprendre très bientôt pour ne pas mettre en cause les recherches en cours. Dans ce but il faudra déléguer le plus vite possible la majeure partie des crédits, soit 200 000 F, à la Mission de Coopération à Dakar

ANNEXES

Rapports établis par les différentes équipes

Opération n° 1

A Etude des transformations de la morphodynamique dans la Vallée et le Delta du Sénégal
par M. SALL et A. KANE

B Conséquences de la morphodynamique sur les aménagements hydro-agricoles dans la région du Delta
par N. DIOP

Opération n° 2

A. Evolution de la zone d'embouchure du fleuve Sénégal : bilan des premières observations morpho-sédimentaires
par B. DIOUF, J.P. BARUSSEAU et A. KANE

B. Etude de la dynamique sédimentaire du Bas-Sénégal après la mise en eau du barrage de Diama. Analyses granulométriques
par A. KANE, J.L. SAOS et J. MONTEILLET

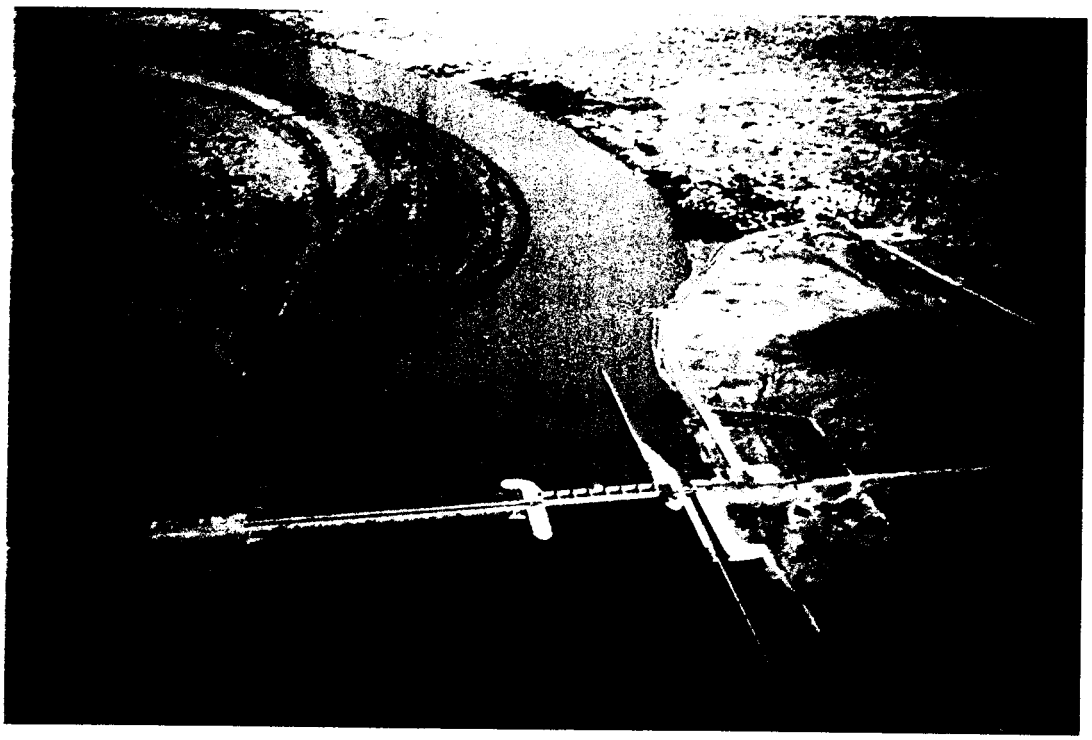
Opération n° 3

Dynamique des milieux naturels dans la Moyenne Vallée (Dagana-Podor)
par J.F. RICHARD

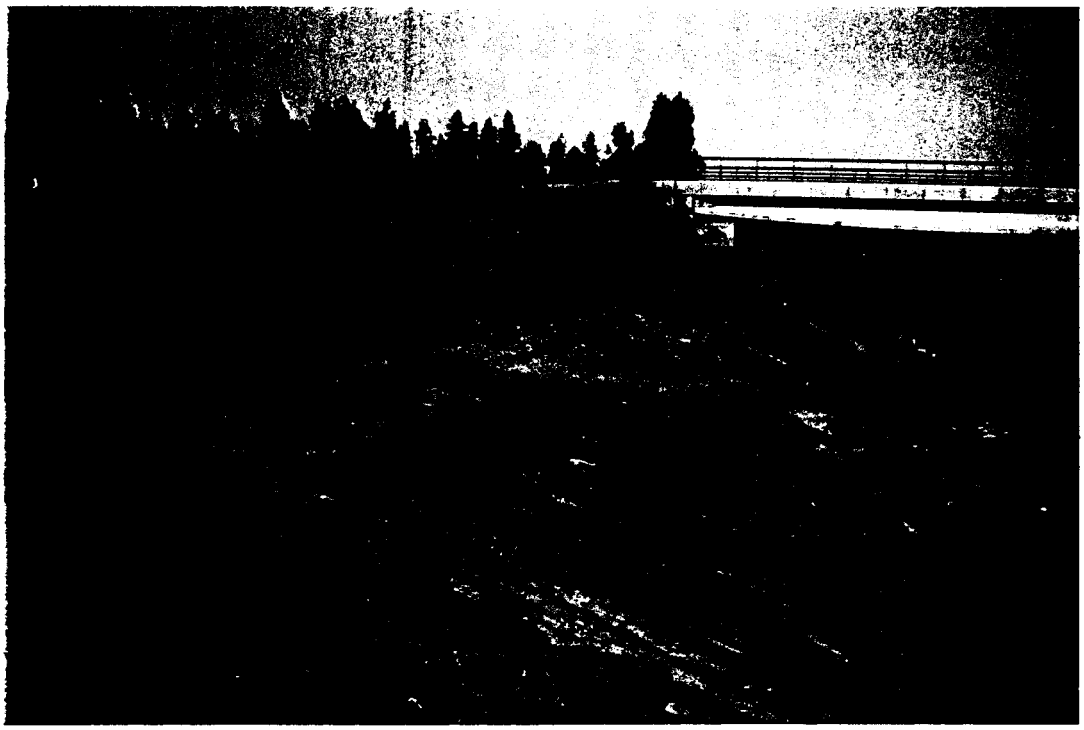
N.B. Ils sont regroupés dans un 2e fascicule, non diffusé.

Aménagements et aspects de la morphodynamique dans la Moyenne Vallée et le Delta du Sénégal

(Ces photos sont localisées sur la figure hors texte)

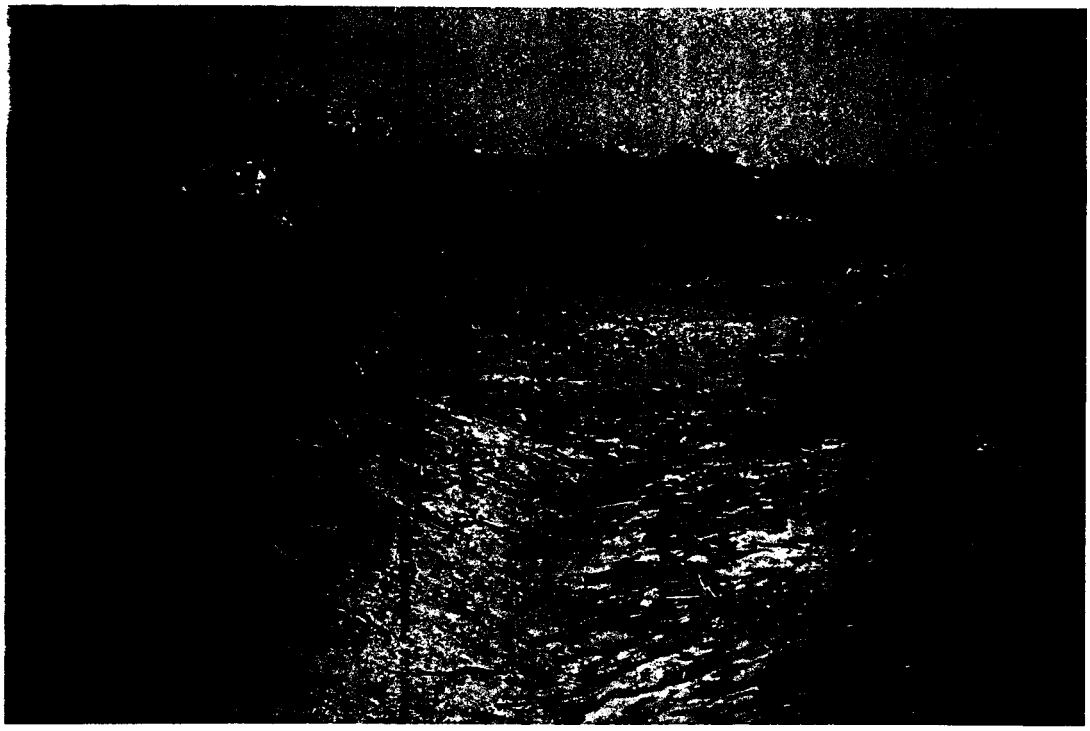


1. Le barrage de Diama dans la région du Delta
Il est situé à 27 km en amont de Saint-Louis (fig.). On voit, à droite, les vannes et le canal de navigation, à gauche, la digue. Remarquez la différence de teinte entre les eaux douces chargées de limon et les eaux claires salées, à l'aval. En amont le fleuve trace un grand méandre (fin novembre 1988).

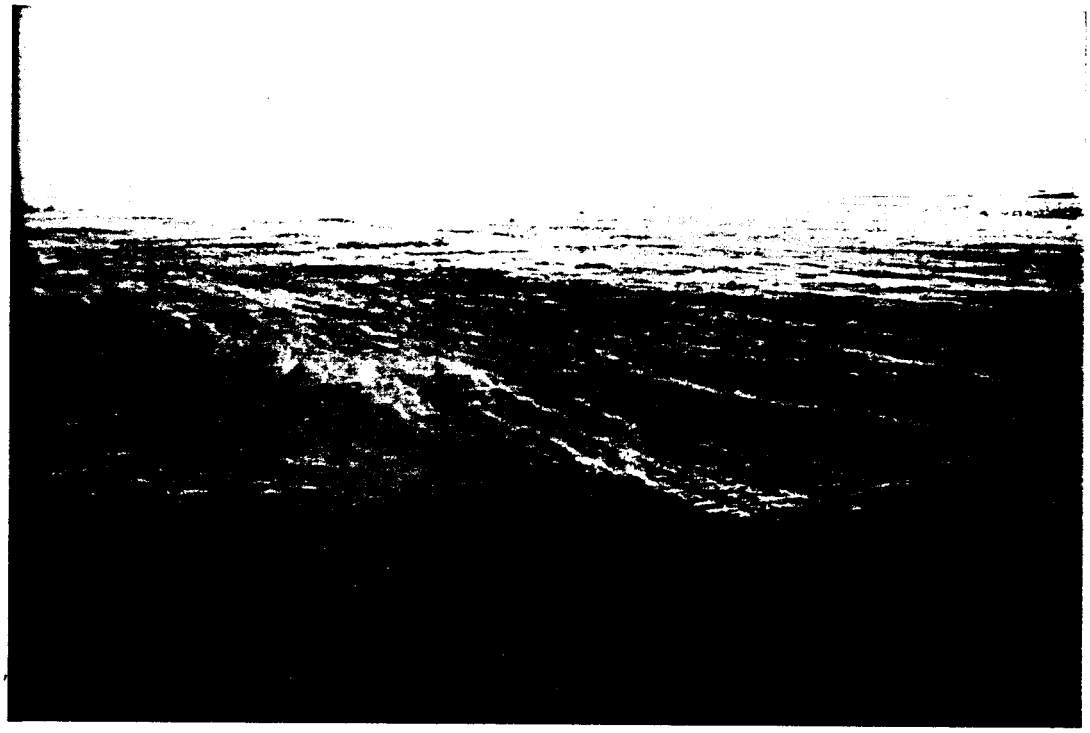


2. L'érosion latérale, juste à l'aval du pont de Guia
Ce pont routier se trouve dans la Moyenne Vallée, au Sud de Podor, et traverse le Doué, bras secondaire du fleuve. Il engendre un sapement latéral important en période de hautes eaux. On remarque que les enrochements de protection, près du pilier, ont été séparés de la berge (février 1990) !

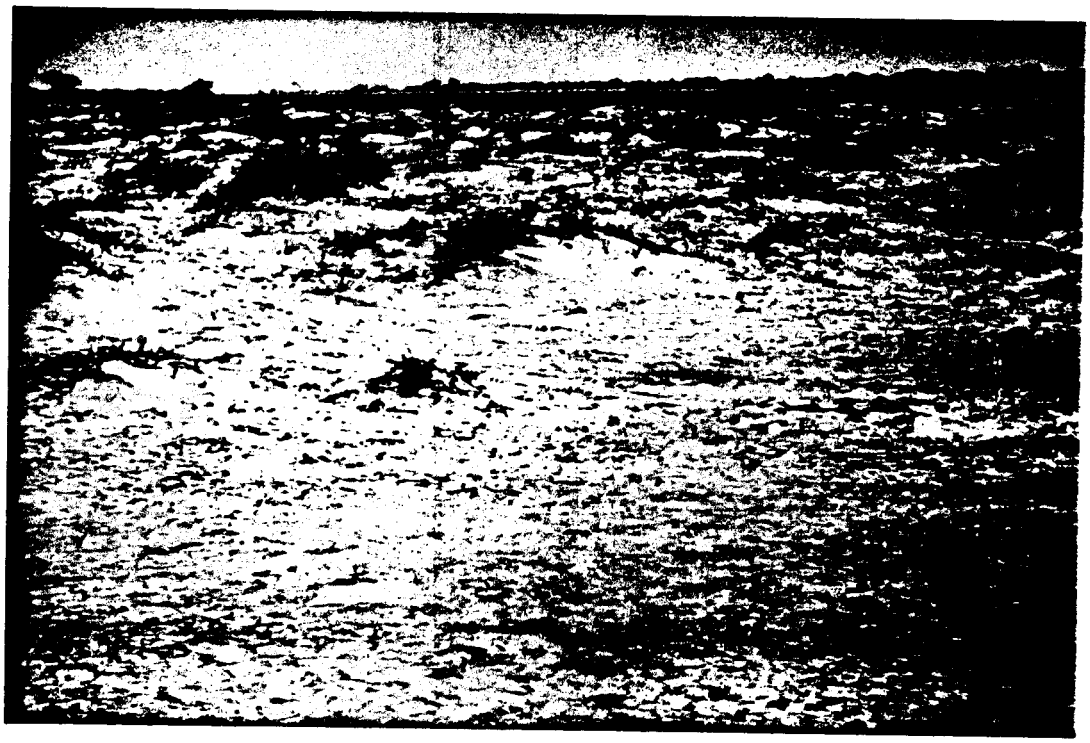
3. *Le grand ravinement de Ndiawara (Moyenne Vallée)*
Il entaille profondément les dépôts limono-sableux jaunes, très compactés, des anciennes levées fluvio-deltaïques. Ce ravin s'est formé sur la rive concave d'un des nombreux méandres du Doué ; elle est complètement dénudée. Il se développe d'année en année. A l'arrière-plan, un boisement récent d'eucalyptus couvre la berge (janvier 1988).



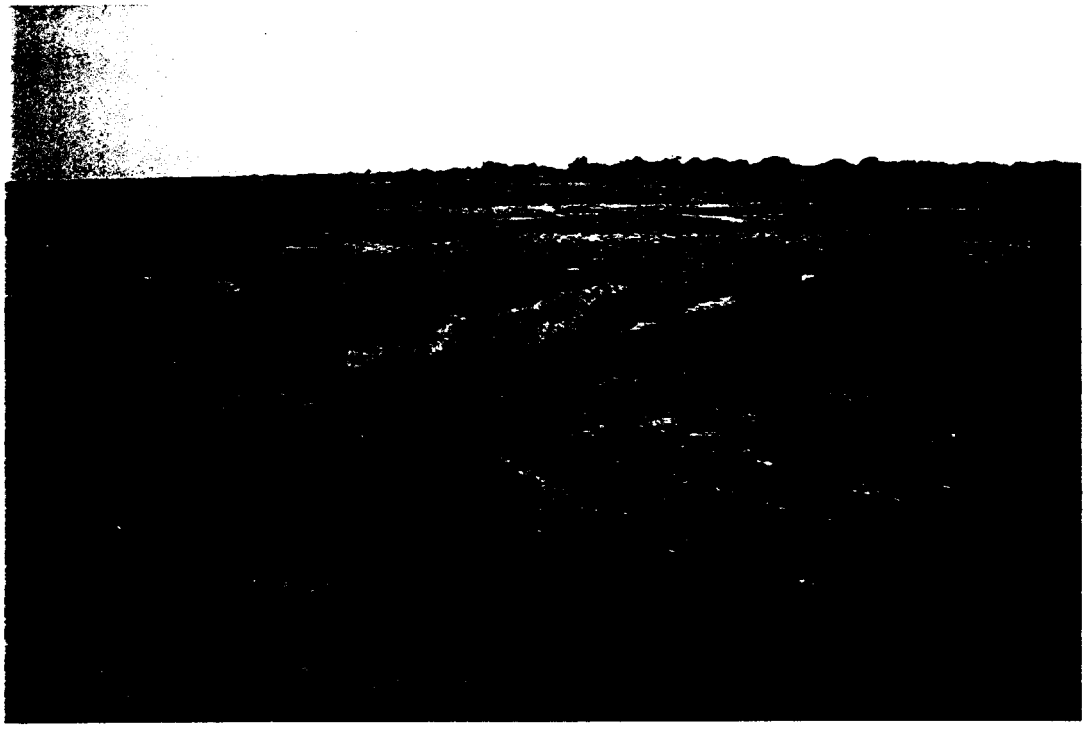
4. *Petit canal d'irrigation près de Boundoum (Moyen Delta)*
Il sert à irriguer temporairement un petit aménagement villageois. Dans le chenal se sont déposés des limons et sables fins fluviatiles, puis éoliens. Des buissons de tamaris poussent sur les diguettes. On aperçoit, à l'arrière-plan, le marigot de Lampsar encombré par le développement de la végétation aquatique, surtout de roseaux (février 1990).



5. *Paysage du Moyen Delta pendant une tempête*
Les anciennes formations deltaïques limono-sableuses, entièrement dénudées, sont énergiquement balayées par le vent. On remarque la progression des filets de sables fins, alors que les limons flottent dans l'air, formant la brume sèche. Il n'y a plus aucune trace de végétation ... On se croirait au Sahara (janvier 1988) !



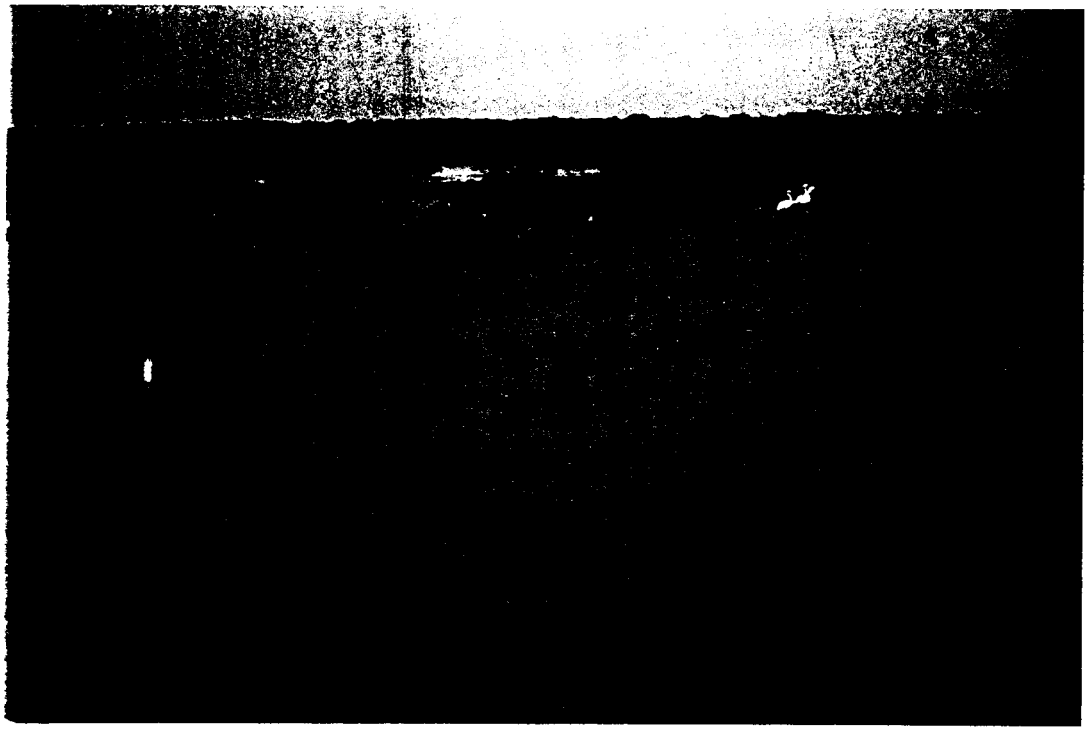
6. *Un "champ" de nebkas dans le Moyen Delta*
Des sables fins et limons jaunes se sont accumulés derrière les nombreux petits buissons ou des touffes d'herbes. Les nebkas grandissent et évoluent au cours des saisons (cf. le rapport A). Ces dépôts éoliens importants se trouvent à proximité du parc national des oiseaux du Djoudj. On aperçoit à l'horizon l'ancien bras deltaïque du Gorom marqué par une ligne d'arbres (février 1990).



7. *Petit casier hydro-agricole, en cours d'aménagement*
Il est établi sur les dépôts fluvio-deltaïques du Gorom dont les berges boisées apparaissent à l'arrière-plan. Les terrains limono-sableux subissent une action éolienne intense. Ainsi cet aménagement villageois récent est déjà couvert de sédiments très mobiles, alors qu'il n'a pas été mis en culture ; par endroits ils atteignent une épaisseur de 12 cm ! Une petite pluie a formé une mince croûte qui bloque la déflation momentanément (février 1990).

8. *Grande dune ravivée près de Ndiayène, au bord Sud de la Moyenne Vallée*
Le vent a façonné une barkhane dans le sable remobilisé de la partie supérieure de cet ancien cordon dunaire de l'erg ogolien. Des collègues dakarois mesurent son avancée, qui peut atteindre plusieurs mètres en peu de temps (15 jours). Elle ensevelira bientôt le tronc du Balanites aegyptiaca. On aperçoit à l'arrière-plan la vallée alluviale (février 1990).

9. Le Sénégal près de son embouchure, à Gandiole
Son lit a une largeur d'environ 700 m. On voit à l'arrière-plan le mince cordon littoral de la Langue de Barbarie, avec son boisement de filaos pour fixer le sable. L'observatoire de l'opération 2 a été implanté à ce niveau. Un clapotis, engendré par l'alizé maritime, ride la surface de l'eau. Sa couleur indique une faible profondeur près de cette rive orientale, alors que les fonds augmentent vers le cordon littoral (teinte bleutée), (février 1990).



10. Le parc national des oiseaux du Djoudj, dans le Delta
Ces anciens terrains deltaïques salés sont inondés par les eaux douces du fleuve, en permanence ou temporairement. Les oiseaux, comme les pélicans, vivent aux bords des nombreux étangs. Un tapis herbacé et de nombreux buissons couvrent les terres émergées qui apparaissent au second plan. Ainsi l'action éolienne est maintenant très faible ou nulle, alors que la sédimentation hydrique se développe (février 1990).

Il est à noter la participation très forte des femmes à presque toutes les opérations culturales (sauf le labour et l'irrigation) et celle des enfants à la réfection des diguettes, l'irrigation, le repiquage et la gardiennage.

4. - CONCLUSION

Le développement de la culture irriguée avec maitrise de l'eau dans le bassin du Sénégal est aujourd'hui à un tournant décisif. L'achèvement en cours des barrages ainsi que le soutien politique, économique et financier des Etat et de l'OMVS en font une option irréversible dont les stratégies Après-Barrages actuelles visent à fixer les orientations. Mais avec l'étape actuelle s'ouvre surtout une période de transition qui sera complexe, potentiellement conflictuelle et probablement longue.

Il est en effet à considérer malgré son développement rapide depuis 15 ans, que la culture irriguée qui est une tradition dans certaines civilisations (nilotiques et asiatiques) est un phénomène très récent et d'impulsion exogéne dans le Bassin. Introduite hier par la colonisation et soutenue aujourd'hui par nos Etats, elle vise à supplanter l'agriculture traditionnelle de décrue. Elle se superpose actuellement aux systèmes agro-pastoraux préexistants, auxquels elle dispute l'espace et les forces actives,particulièrement dans la moyenne vallée. L'insertion du périmètre irrigué dans le milieu et ses systèmes agro-pastoraux est encore loin d'être réalisée. Cette coexistence est marquée par des contraintes et des conflits divers, du fait du "choc" entre la logique et la rationalité des deux systèmes, l'irrigué et l'agropastoral, qui sont en fait ici, deux civilisations différentes.

L'absence de traditions hydro-agricoles dans le Bassin, la volonté politico- économique de promouvoir le système irrigué et les investissements importants réalisés, imposent l'encadrement -formation des populations ainsi le contrôle des processus de production. Les moyens institutionnels, juridiques et organisationnels mis en place par l'Etat à travers les SND doivent être perçus dans ce sens. Il en est de même de la restructuration de l'organisation

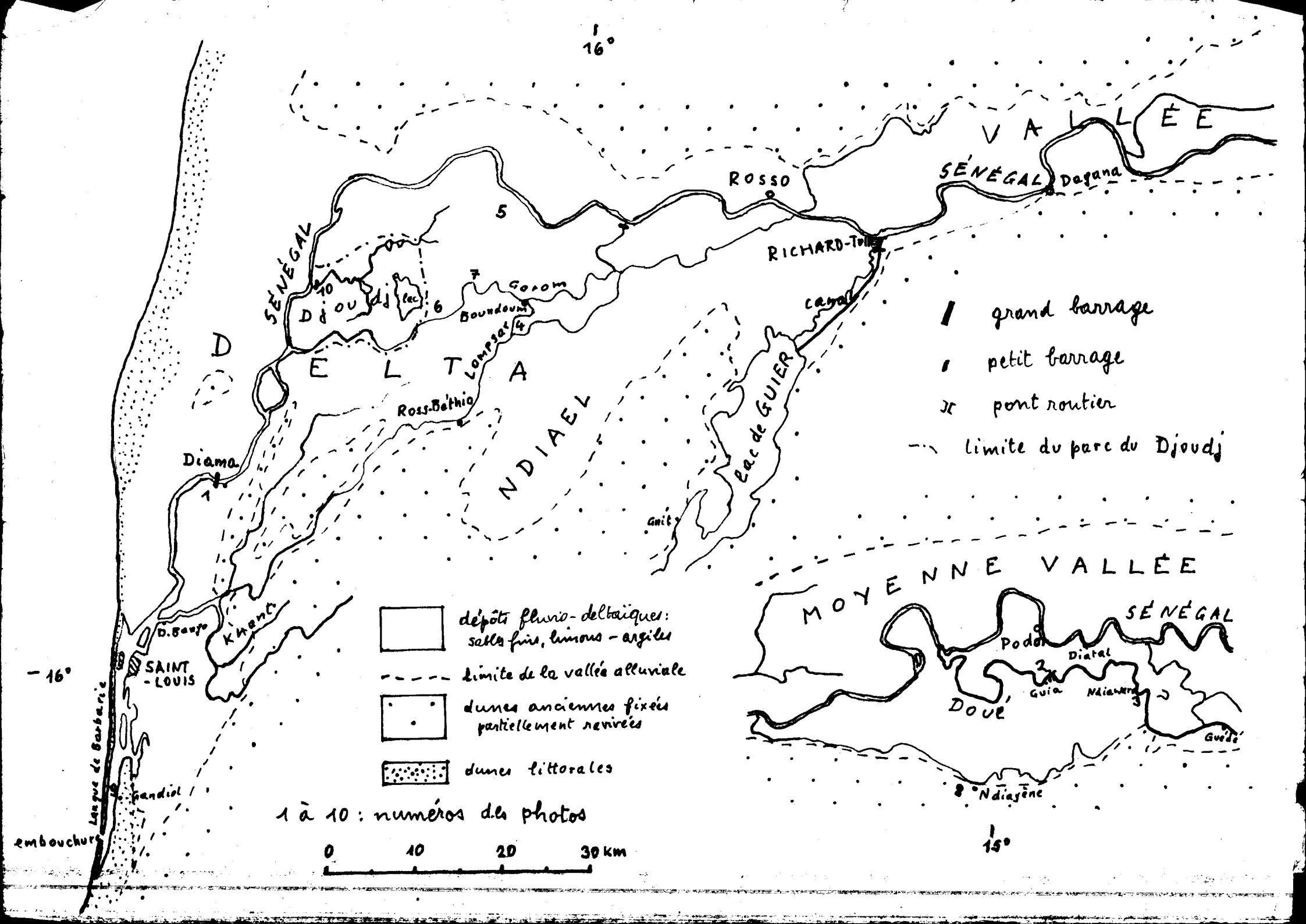
./.

TABLEAU RECAPITULATIF :

- BESOINS EN FINANCEMENTS ETUDES ET TRAVAUX PLAN PREVISIONNEL 87/90

	MONTANT MILLIONS F.CFA	OBSERVATIONS
- Etudes	1 831	
- Travaux et Equipements	58 177	
TOTAL	60 008 Millions F.CFA	

N.B. : Si on ajoute à ce coût total, les f[illegible]cherchés pour compléter la Lettre de Mission N° II [illegible]50 ha), les financements à rechercher (pour c[illegible]iode 84/90) s'élèvent à : 66 852 MILLIONS F.CFA.


16°
VALLÉE
SÉNÉGAL
Dagana
ROSSO
RICHARD-Toll
canal
Gorom
Boundoum
Lompsar
Djoudj
lac
DELTA
SÉNÉGAL
Ross-Béthio
NDIAEL
lac de GUIER
Gnit
Diama
Khant
D. Bango
SAINT-LOUIS
Langue de Barbarie
Gandiol
embouchure
grand barrage
petit barrage
pont routier
limite du parc du Djoudj
dépôts fluvio-deltaïques: sables fins, limons - argiles
limite de la vallée alluviale
dunes anciennes fixées partiellement ravinées
dunes littorales
1 à 10 : numéros des photos
0 10 20 30 km
MOYENNE VALLÉE
SÉNÉGAL
Podor
Diatal
Guia
Ndiawara
Doué
Guédé
Ndiayène
15°