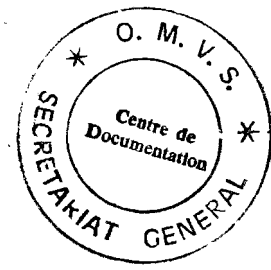


3055

09579

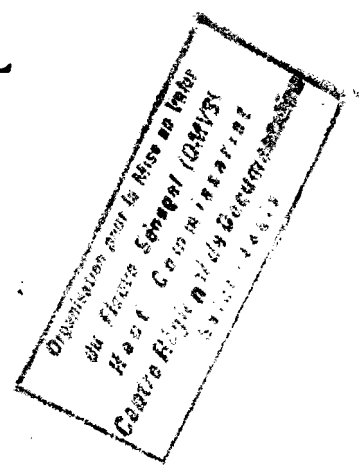
AGENCE AMERICAINE POUR LE DEVELOPPEMENT INTERNATIONAL
BUREAU USAID CHARGE DE LA COORDINATION DES BASSINS FLUVIAUX
DAKAR, SENEGAL

NDM



ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

RAPPORT FINAL

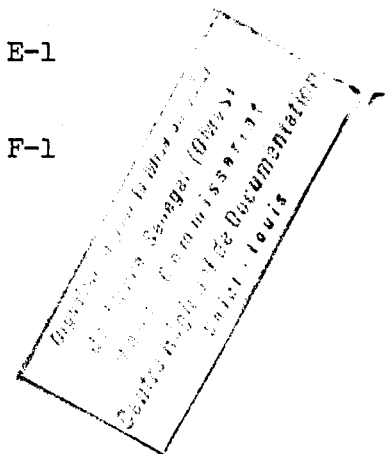


DECEMBRE 1986

PAR
GANNETT FLEMING ENVIRONMENTAL ENGINEERS, INC.
HARRISBURG, PENNSYLVANIA U.S.A.

TABLE DES MATIERES

		<u>Page</u>
	Liste des tableaux	ii
	Liste des figures	ix
	Sigles	x
	Table de conversion	xii
Chapitre 1	Introduction	1-1
Chapitre 2	Contexte	2-1
Chapitre 3	Options de mise en valeur	3-1
Chapitre 4	Analyses et recommandations	4-1
	Liste de références	
Annexe A	Aspects socioéconomiques	A-1
Annexe B	Aspects concernant les ressources halieutiques, la faune et la flore	B-1
Annexe C	Aspects concernant les ressources en eau	C-1
Annexe D	Aspects géotechniques	D-1
Annexe E	Analyse d'ingénierie et de coût	E-1
Annexe F	Analyse économique	F-1



LISTE DES TABLEAUX

		<u>Page</u>
2-1	Superficie des zones de mise en valeur éventuelle	2-7
3-1	Coûts des travaux de construction des ouvrages	3-3
3-2	Coûts de construction de diverses combinaisons d'ouvrages	3-8
3-3	Coûts globaux du projet pour diverses combinaisons d'ouvrages	3-9
3-4	Coûts annuels de l'entretien des vannes pour diverses combinaisons d'ouvrages	3-9
3-5	Coûts de la remise en état des digues pour diverses combinaisons d'ouvrages	3-10
3-6	Coûts de construction des ouvrages	3-10
3-7	Coûts de construction de diverses combinaisons d'ouvrages	3-11
3-8	Coûts globaux du projet pour diverses combinaisons d'ouvrages	3-12
3-9	Coûts annuels de l'entretien des vannes pour diverses combinaisons d'ouvrages	3-12
3-10	Coûts de la remise en état des digues pour diverses combinaisons d'ouvrages	3-13
3-11	Estimation des coûts de la section de la digue rive droite comprise entre les points T1 et T9	3-14
4-1	Récapitulatif de l'analyse économique	4-4
4-2	Options de projet les plus rentables	4-10
4-3	Caractéristiques du projet (Option 17)	4-11
4-4	Caractéristiques du projet (Option 11)	4-12

LISTE DES TABLEAUX
(suite)

	<u>Page</u>
A-1 Villages et campements dans le delta mauritanien	A-2
A-2 Croissance de la population dans certaines localités, 1971-1984	A-3
A-3 Population de la zone du projet de 1971 à 2000 (à un taux de croissance annuel de 2,75 pour cent)	A-4
A-4 Répartition ethnique de la population du bas delta mauritanien en 1985 (estimation)	A-6
A-5 Exode rural parmi la population masculine dans le bas delta mauritanien	A-10
A-6 Population active du delta mauritanien en 1985 (estimation)	A-11
A-7 Répartition par métiers à Ndiago et à Mdeidina	A-12
A-8 Répartition professionnelle du delta	A-13
A-9 Composition des troupeaux dans certains villages du delta, 1982 (estimation)	A-14
A-10 Potentiel de la production en Zone V	A-18
A-11 Valeur de la production animale en Zone V	A-19
A-12 Rendement brut à l'hectare des légumes de saison sèche	A-24
A-13 Budget pour la production de choux, 1982	A-25
A-14 Aperçu financier des budgets de production de légumes, 1982 (en milliers de UM)	A-26
A-15 Estimation de la demande des légumes aux centres urbains de Nouakchott et de Rosso et dans le delta mauritanien rural	A-27
A-16 Prix à la production actuels du poisson dans le delta mauritanien	A-33
A-17 Prise de poissons potentielle dans le bas delta mauritanien	A-34
A-18 Prix du poisson au détail à Rosso, en Mauritanie, 1979	A-36

LISTE DES TABLEAUX
(suite)

		<u>Page</u>
A-19	Demande de poisson du delta dans le delta mauritanien et à Keur Macène	A-38
A-20	Emplois créés concurremment avec l'aménagement du delta	A-40
B-1	Exigences des principaux types de poissons et de mollusques dans le delta du bassin du fleuve Sénégal	B-2
B-2	Rendements halieutiques potentiels et nombre d'oiseaux dans le bas delta mauritanien dans les conditions moyennes existantes	B-5
B-3	Evaluation des prises possibles de poissons	B-7
B-4	Types de poissons observés dans le bas delta mauritanien: juillet - septembre 1985	B-10
B-5	Mesurages sur le terrain dans le bas delta mauritanien: juillet et août 1985	B-11
B-6	Mesurages sur le terrain dans le bas delta mauritanien: septembre 1985	B-14
B-7	Liste partielle de la faune et de la flore rencontrées dans le parc national de Djoudj	B-15
C-1	Débit annuel et volumes d'eau à Bakel lors de certaines inondations	C-2
C-2	Emplois et pertes d'eau, en mètres cubes par seconde, entre Bakel et le bas delta	C-4
C-3	Abaissement en saison sèche du réservoir de Manantali après les crues de 1969, 1926 et 1984	C-8
C-4	Débit potentiellement disponible au bas delta du fleuve Sénégal dans des conditions d'aménagement initiales, de transition et finales	C-10
C-5	Niveaux de crue de diverses inondations, en mètres IGN	C-14
C-6	Niveaux de crue de très grandes inondations à divers endroits le long du fleuve Sénégal	C-15

LISTE DES TABLEAUX
(suite)

		<u>Page</u>
C-7	Capacités existantes approximatives des marigots et des ouvertures permettant l'alimentation en eau des dépressions	C-17
C-8	Durée de déversement nécessaire pour remplir certaines dépressions	C-19
D-1	Caractéristiques générales des principaux dépôts du bas delta mauritanien	D-3
D-2	Trous à la tarière contenant un sol mou	D-5
E-1	Dimensions des digues (avec digue rive droite)	E-5
E-2	Données relatives aux ouvrages vannes (avec digue rive droite)	E-6
E-3	Dimensions des digues (sans digue rive droite)	E-8
E-4	Données sur les ouvrages hydrauliques (sans digue rive droite)	E-8
E-5	Comparaison des prix unitaires de référence	E-11
E-6	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue A' sans route, en supposant la présence de la digue rive droite	E-14
E-7	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue A sans route, en supposant la présence de la digue rive droite	E-15
E-8	Coûts estimatifs de construction en 1984, digu� A(R) surmontée d'une route de 3,5 mètres de large, en supposant la présence de la digue rive droite	E-16
E-9	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue B(R) surmontée d'une route de 9,0 mètres de large, en supposant la présence de la digue rive droite	E-17
E-10	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue C sans route, en supposant la présence de la digue rive droite	E-18
E-11	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue C(R) surmontée d'une route de 3,5 mètres de large, en supposant la présence de la digue rive droite	E-19

LISTE DES TABLEAUX
(suite)

		<u>Page</u>
E-12	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue D(R) surmontée d'une route de 3,5 mètres de large, en supposant la présence de la digue rive droite	E-20
E-13	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue A sans route, en ne supposant pas de digue rive droite	E-21
E-14	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue B(R) surmontée d'une route de 10,6 mètres de large, en ne supposant pas de digue rive droite	E-22
E-15	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue B(R) avec route sur berme de 10,6 mètres de large, en ne supposant pas de digue rive droite	E-23
E-16	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue C(R) surmontée d'une route de 10,6 mètres de large, en ne supposant pas de digue rive droite	E-24
E-17	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue D(R) avec route sur berme de 10,6 mètres de large, en ne supposant pas de digue rive droite	E-25
E-18	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue D(R) surmontée d'une route de 3,5 mètres de large, en ne supposant pas de digue rive droite	E-26
E-19	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue rive droite surmontée d'une route de 10,6 mètres de large	E-27
E-20	Coûts estimatifs de construction en 1984, digue rive droite avec route sur berme de 10,6 mètres de large	E-28
F-1	Résumé de la valeur actuelle nette et du taux de rentabilité interne, avec taux d'actualisation de 12 pour cent	F-7
F-2	Option 1: Analyse coûts-bénéfices, digues A(R) + C + D(R) sans parc et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-9
F-3	Option 2: Analyse coûts-bénéfices, digues A + C(R) + D(R) sans parc et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-11

LISTE DES TABLEAUX
(suite)

		<u>Page</u>
F-4	Option 3: Analyse coûts-bénéfices, digues B(R) + C + D(R) sans parc et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-13
F-5	Option 4: Analyse coûts-bénéfices, digues A + B(R) + C + D(R) sans parc et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-15
F-6	Option 5: Analyse coûts-bénéfices, digues A + B(R) + C + D(R) avec parc restreint et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-17
F-7	Option 6: Analyse coûts-bénéfices, digues A(R) + C + D(R) avec parc étendu et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-20
F-8	Option 7: Analyse coûts-bénéfices, digues A + C(R) + D(R) avec parc étendu et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-21
F-9	Option 8: Analyse coûts-bénéfices, digues A + B(R) + C + D(R) avec parc étendu et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-23
F-10	Option 9: Analyse coûts-bénéfices, digues B(R) + C + D(R) avec parc restreint et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-25
F-11	Résumé de la valeur actuelle nette et du taux de rentabilité interne, avec taux d'actualisation de 12 pour cent	F-29
F-12	Option 10: Analyse coûts-bénéfices, digues A + B(R) + C(R) + D(R) avec routes sur les digues, sans parc et sans digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-30
F-13	Option 11: Analyse coûts-bénéfices, digues A + B(R) + C(R) + D(R) avec routes sur les bermes, sans parc et sans digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-32
F-14	Option 12: Analyse coûts-bénéfices, digues B(R) + C(R) + D(R) avec routes sur les digues, sans parc et sans digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-33
F-15	Option 13: Analyse coûts-bénéfices, digues B(R) + C(R) + D(R) avec routes sur les bermes, sans parc et sans digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-35

LISTE DES TABLEAUX
(suite)

		<u>Page</u>
F-16	Option 14: Analyse coûts-bénéfices, digues A + B(R) + C + D(R) avec parc étendu et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-36
F-17	Option 15: Analyse coûts-bénéfices, digues B(R) + C + D(R) avec parc restreint et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-38
F-18	Option 16: Analyse coûts-bénéfices, digues A(R) + C + D(R) avec parc étendu et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-39
F-19	Option 17: Analyse coûts-bénéfices, digues A + B(R) + C + D(R) avec parc restreint et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-41
F-20	Option 18: Analyse coûts-bénéfices, digues A + C(R) + D(R) avec parc étendu et avec digue rive droite (1981 UM x 1.000)	F-43

Virena

36

LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
1-1 Bassin du fleuve Sénégal	1-2
2-1 Le bas delta mauritanien	2-2
2-2 Structures et zones possibles	2-8
A-1 Pyramide âge-sexe de Ndiago	A-7
A-2 Pyramide âge-sexe de Mdeidina	A-8
B-1 Lieux de pêche à la seine en 1985	B-9
C-1 Bilan hydrologique mensuel à Bakel: Mise en valeur initiale	C-5
C-2 Bilan hydrologique mensuel à Bakel: Mise en valeur de transition	C-6
C-3 Bilan hydrologique mensuel à Bakel: Mise en valeur finale	C-7
C-4 Schéma des crues traditionnelles	C-12
C-5 Régions basses	C-16
C-6 Volumes des dépressions	C-18
C-7 Volumes des crues dans les plaines d'inondation	C-20
D-1 Emplacement des trous à la tarière et des fosses d'essai	D-2
D-2 Profil souterrain schématique	D-6
D-3 Coupes transversales de digues types	D-8
D-4 Coupes transversales de digues proposées	D-14
E-1 Coupes de digue types	E-7
E-2 Installation de décharge type	E-9

SIGLES

AID	Agency for International Development
BDM	Bas delta mauritanien (du fleuve Sénégal) (= LMD)
CEREEQ	Centre expérimental de recherches et d'études pour l'équipement (Dakar, Sénégal)
CCCE	Caisse centrale de coopération économique
FAC	Fonds d'aide et de coopération
FAO	Food and Agriculture Organization
FED	Fonds européen de développement
GERSAR	Groupement d'études et de réalisation des sociétés d'aménagement régional
IEMVT	Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux
IGN	Institut géographique national (Paris, France)
IRM	Islamic Republic of Mauritania (= RIM)
IRR	Internal Rate of Return (= TRI)
IUCN	International Union for the Conservation of Nature
LMD	Lower Mauritanian Delta (of the Senegal River) (= BDM)
MDR	Ministère mauritanien du développement rural
NPV	Net Present Value (= VAN)
OMVS	Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal
OMVG	Organisation pour la mise en valeur du fleuve Gambie
ORSTOM	Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (Dakar et Paris)
RAMS	Rural Assessment and Manpower Surveys (AID)
RIM	République Islamique de Mauritanie (= IRM)
SOGREAH	Société grenobloise d'études et d'applications hydrauliques
SONADER	Société nationale pour le développement rural (en Mauritanie)

SIGLES
(suite)

SPPAM	Société pour la promotion de la pêche artisanale en Mauritanie
TRI	Taux de rentabilité interne (= IRR)
VAN	Valeur actuelle nette (= NPV)

TABLE DE CONVERSION

TAUX DE CHANGE

1 dollar EU (\$) = 63 ouguiya (UM)	(mi-84)
1.000 UM = 15,9 dollars EU	(mi-84)
1 UM (mi-84) = 0,65 UM	(1981)

LONGUEURS, SUPERFICIES ET VOLUMES

1 mètre (m)	=	3,28 pieds
1 centimètre (cm)	=	0,033 pied = 0,39 pouce
1 kilomètre (km)	=	3.280 pieds = 0,62 mile
1 hectare (ha)	=	10.000 mètres carrés = 0,01 km carré
1 hectare	=	2,47 acres
1 mètre cube	=	1.000 litres = 264 gallons

POIDS, DEBITS ET CONCENTRATIONS

1 tonne	=	1.000 kilogrammes (kg) = 2.200 livres
1 tonne à l'hectare	=	890 livres à l'acre
1 mètre cube par seconde	=	35,3 pieds cubes par seconde
1 partie par mille	=	1 gramme par litre (eau)
1 partie par million	=	1 milligramme par litre (eau)

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Le présent document a pour but d'étudier la factibilité de l'aménagement d'un système de digues et de canaux dans le bas delta mauritanien, le long de la rive droite du fleuve Sénégal, et d'un estuaire artificiel, tout en élaborant une stratégie de gestion optimale pour ce qui est de l'infrastructure hydraulique. Cette infrastructure s'ajouterait au programme déjà en cours d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal, qui doit contribuer à surmonter les conditions défavorables existantes, et permettrait au gouvernement mauritanien de maximiser les bénéfices découlant des barrages de Manantali et de Diama dans la zone du delta, tout en aidant à minimiser les impacts négatifs de ces mêmes projets. La zone du delta, ainsi que son emplacement par rapport aux barrages et à l'intérieur du bassin du fleuve Sénégal en général, est indiquée à la Figure 1-1.

Il a été déclaré (Gannett Fleming, 1980) que la construction du barrage de Diama à approximativement 30 kilomètres en amont de Saint-Louis perturberait le gradient de salinité dans le fleuve Sénégal. Ce gradient, qui s'étend à présent depuis l'océan Atlantique jusqu'à Boghé, à plus de 200 kilomètres en amont, fournit un écosystème estuarien productif. Sans ce gradient, une bonne partie de l'écologie estuarienne et l'abondante pêche estuarienne disparaîtraient. On espère que cette perte sera en quelque sorte mitigée par le détournement des eaux du bassin de retenue de Diama vers la zone du delta, sur la rive droite du fleuve Sénégal. Grâce à ce détournement, les eaux s'écouleraient sans pompage à travers le delta et se jetteraient de nouveau dans le fleuve Sénégal en aval du barrage de Diama, créant ainsi, de manière artificielle, le gradient de salinité nécessaire au maintien d'un écosystème estuarien. Dans ces conditions, la pêche du delta pourra continuer de nourrir la population humaine aussi bien que les oiseaux ichthyophages qui habitent le delta.

FIGURE 1-1

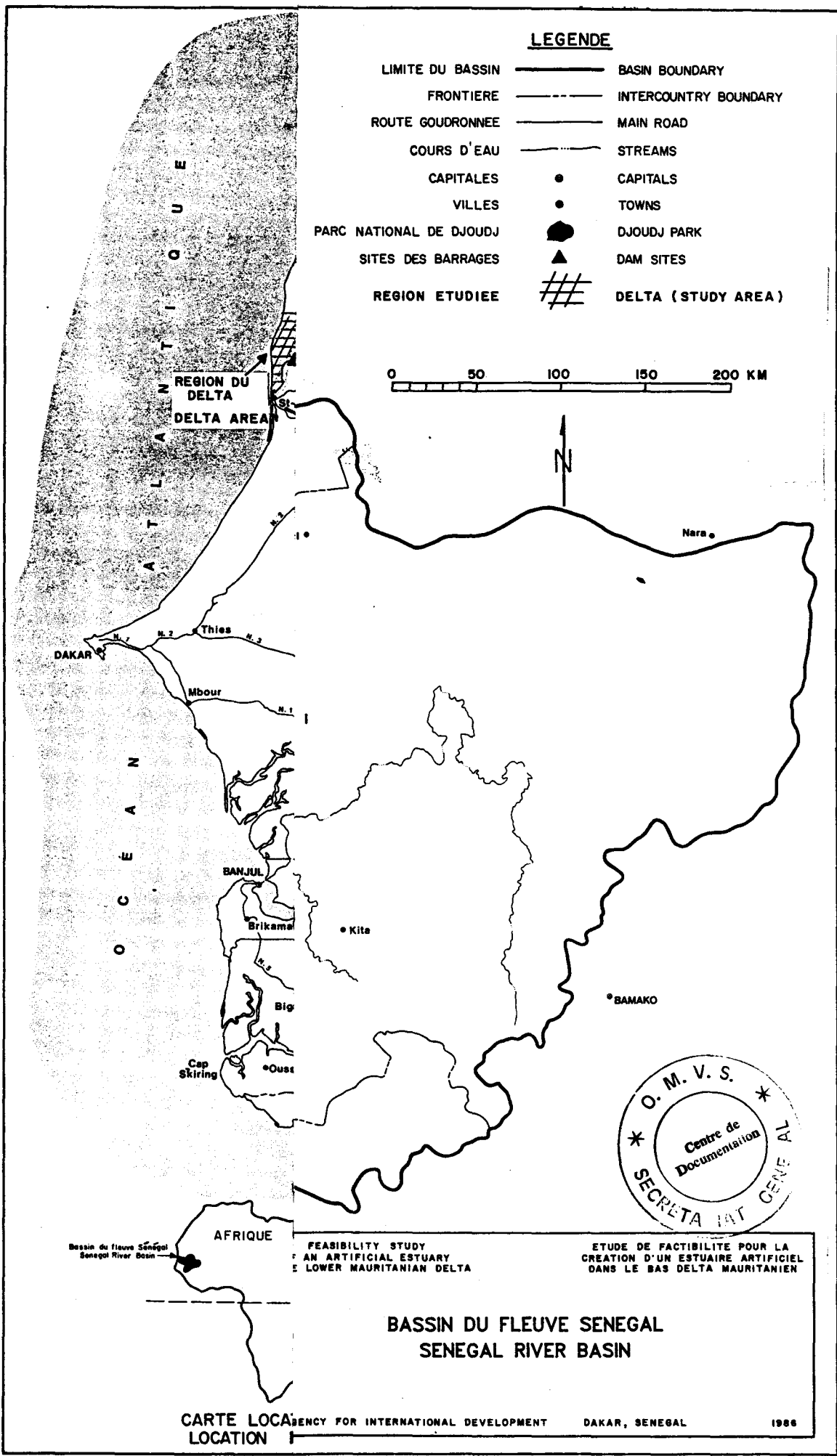
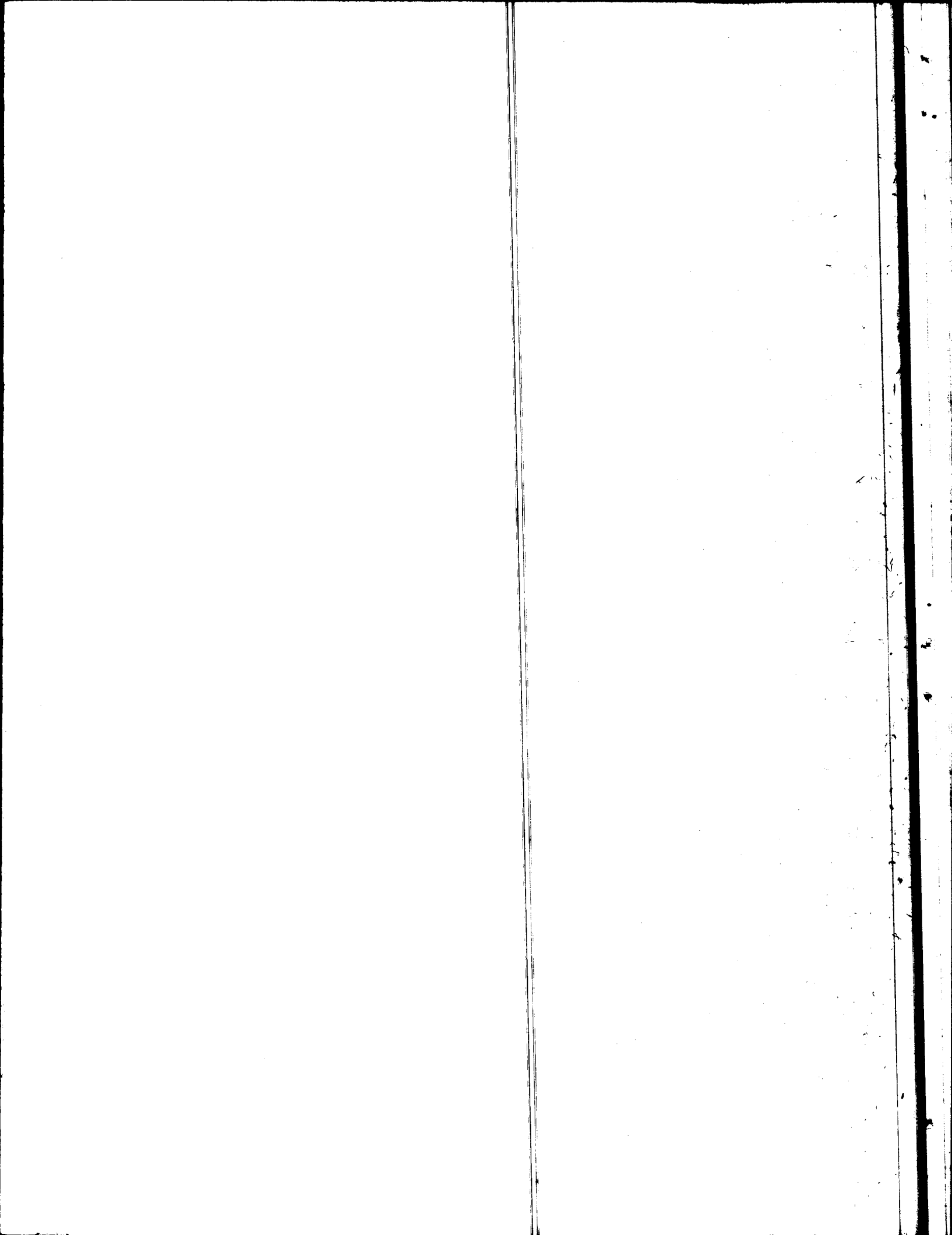
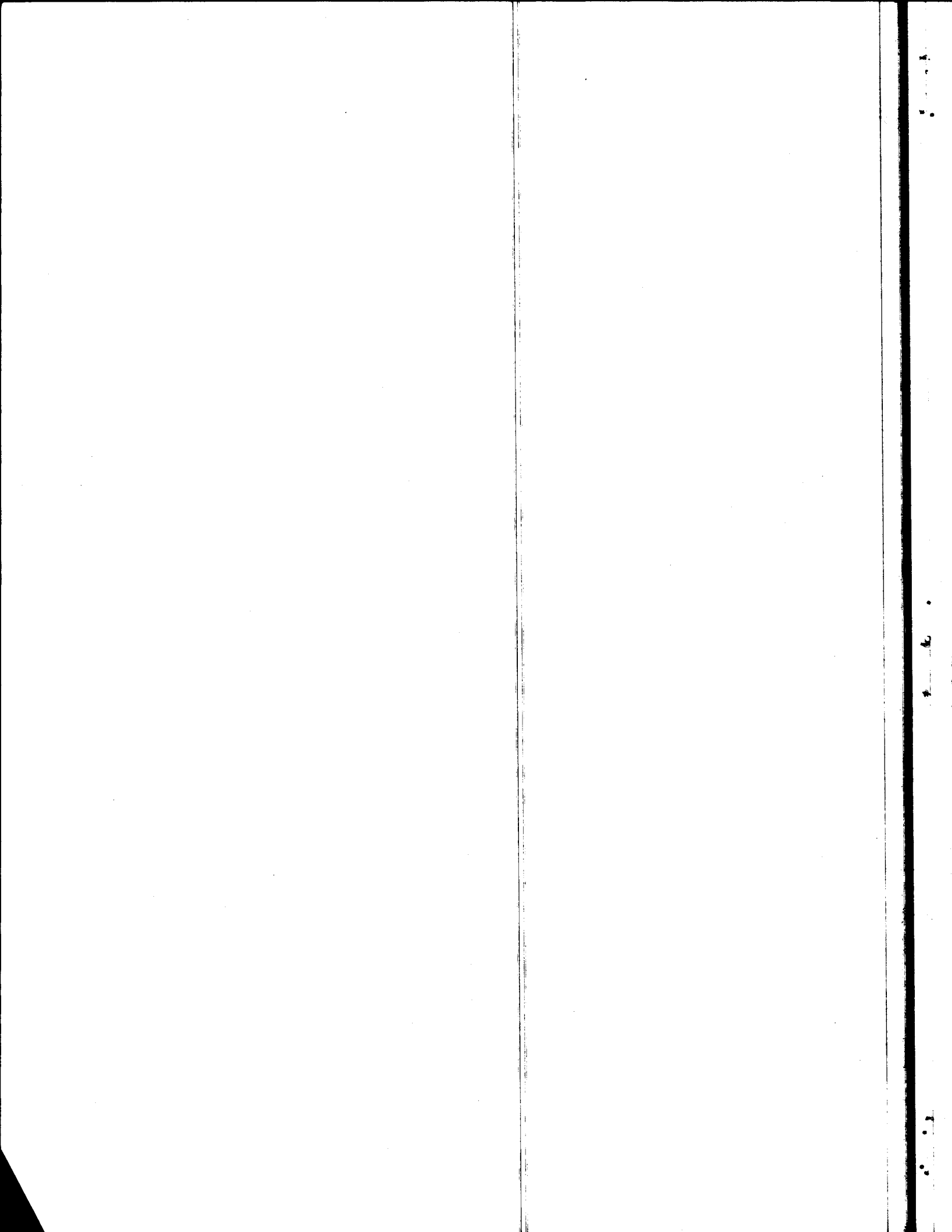


FIGURE 1-1



Par ailleurs, un détournement vers le delta effectué en temps opportun et bien contrôlé fournira l'eau douce essentielle à la consommation humaine et animale, aux cultures maraîchères et aux pâturages nécessaires au soutien de l'élevage. Outre ces activités économiques, l'amélioration de l'écosystème terrestre et aquatique permettra peut-être de créer un parc ou une réserve zoologique qui pourrait coexister harmonieusement avec les activités de pêche, d'élevage et de jardinage du delta. Enfin, la présence de l'université Gaston Berger aux abords de Saint-Louis, le long de la rive gauche du fleuve Sénégal, permettra dans l'avenir de disposer sur place et de façon permanente des compétences nécessaires au suivi, à l'évaluation et à la dissémination des connaissances acquises grâce à l'observation continue de la mise en valeur du delta.

C'est donc dans cette optique que la République Islamique de Mauritanie et l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS), avec l'appui financier de l'Agence des Etats-Unis pour le développement international (USAID), ont entrepris l'étude de factibilité qui est l'objet du présent rapport.



CHAPITRE 2

CONTEXTE

2.1 Présentation géographique

Le bas estuaire mauritanien se situe à l'extrémité sud-ouest de la frontière mauritanienne avec le fleuve Sénégal. La partie du delta qui fait l'objet de cette étude de factibilité, représentée sur la Figure 2-1, recouvre environ 78.800 hectares. Le delta est isolé du reste de la Mauritanie pendant une bonne partie de l'année. Durant la saison de la crue, le delta n'est pratiquement accessible qu'en bateau. Même pendant la saison sèche, les pistes conduisant dans la région sont à peine praticables. Actuellement, il n'existe aucune route et aucun service de transport qui soit utilisable toute l'année. Le transport terrestre n'est possible que pendant la saison sèche et que pour ceux habitués à traverser les marigots.

Il est également difficile à la population habitant le delta de se déplacer pour se rendre aux marchés. Les trois principaux marchés mauritaniens pour la population du delta sont Keur Macène, la capitale du département au nord-est du bas delta; Rosso, situé au bord du fleuve Sénégal à environ 50 km à l'est de Keur Macène; et Nouakchott, la capitale mauritanienne qui se trouve à 170 km environ au nord de Keur Macène. La ville sénégalaise de Saint-Louis est proche mais surtout fréquentée par la population sénégalaise. Une route goudronnée relie Rosso à Nouakchott, tandis qu'une route non revêtue relie Diama à la route goudronnée desservant Saint-Louis. Les camions peuvent également circuler le long de la plage à marée basse en direction de Saint-Louis et de Nouakchott. Cependant, une rupture qui s'est produite à Chott Boul au début de 1985 a interrompu temporairement l'itinéraire côtier entre le delta et Nouakchott. On a récemment appris que la brèche s'était colmatée d'elle-même; néanmoins, l'itinéraire le long de la plage entre le delta et Nouakchott reste hasardeux.

FIGURE 2-1

La région du delta constitue une plaine d'inondation alluviale. Elle est pour l'essentiel plate à l'exception de quelques dunes qui culminent à environ 16 mètres de haut. Elle est bordée au nord-est par les dunes rouges du Trarza et à l'ouest par les dunes de sable littorales. Au nord, le delta s'étend jusqu'à la dépression de l'Aftout Es Sahel. Deux dunes proéminentes, appelées Toundou Beret et Toundou Hagui, forment le centre géographique de l'intérieur du delta. Une série de petites dépressions, dont Tombos, Tianbrank, Diaouling et Nter, sont liées au fleuve Sénégal, et, dans certains cas les unes aux autres, par des marigots saisonniers comme ceux de Tichilitt, Oualalane, Cheyal, Bell et Khurumbam représentés sur la Figure 2-1. Seul le marigot de Tiallakt est alimenté toute l'année par des eaux de marée.

2.2 Hydrologie du delta

Pendant les années normales, les eaux de crue remplissent les dépressions d'août à novembre. L'inondation du delta se produit d'abord à l'extrémité inférieure lorsque l'eau douce du fleuve Sénégal pousse l'eau salée d'aval vers l'amont dans le marigot de Tiallakt, et jusque dans la dépression deltaïque de Tianbrank si la crue est suffisamment importante. C'est pendant cette période de crue que se déroulent les activités de pêche, de jardinage et d'élevage. Si la crue est extrêmement élevée, l'orientation de l'inondation est inversée à mesure que l'eau déborde des rives du fleuve Sénégal et submerge le delta en circulant dans les marigots de Oualalane, de Cheyal et de Mreau. Les eaux de crue peuvent rester dans les dépressions pendant plusieurs mois jusqu'à ce qu'elles soient progressivement perdues moyennant un processus d'écoulement qui se rejette dans le fleuve Sénégal et d'évapotranspiration.

Après la décrue, le delta entre dans la période de sécheresse du cycle hydrologique annuel. Pendant cette période, les dépressions s'assèchent complètement à l'exception du marigot de Tiallakt qui devient fortement salé jusque dans les parties situées le plus au sud des marigots de Khurumbam et de Bell. Au sud et à l'ouest de Diama, les marigots qui sont reliés à celui

de Gueyeloube deviennent également fort salés en raison des effets de la marée et de l'absence d'écoulement d'eau douce dans le fleuve Sénégal.

Ces périodes de crue saisonnières entraînent une fluctuation du taux de salinité du fleuve Sénégal qui permet à de nombreuses espèces de poissons et d'invertébrés d'achever leur cycle de reproduction. Seule la continuation de ces cycles à l'intérieur du delta lui permettra de rester une région d'alimentation et de reproduction appréciable pour un certain nombre de jeunes poissons une fois que la fermeture du barrage de Diama aura considérablement réduit cette fluctuation du taux de salinité au niveau du fleuve Sénégal. De nombreuses espèces d'oiseaux indigènes se nourrissent des poissons du delta. En outre, des espèces d'oiseaux migrateurs fréquentent la région du delta pour se reposer et passer l'hiver. Ceci est une des raisons pour lesquelles le delta est pris en considération par le gouvernement mauritanien pour être désigné comme un parc ou une réserve, ressemblant au parc national de Djoudj qui s'étend le long de la rive gauche du fleuve du côté sénégalais du delta.

2.3 Conditions socioéconomiques

La population du bas delta mauritanien se situe pour 1985 aux alentours des 11.000 habitants (voir Annexe A). La densité démographique est faible; environ 12,5 habitants au kilomètre carré. Les habitants sont regroupés dans des villages le long des dunes littorales, des deux dunes intérieures de Toundou Hagui et de Toundou Beret et de la zone estuarienne au sud de Ebdin. Le reste du delta, qui représente environ 75 pour cent de l'ensemble des terres, n'est pas actuellement habitable toute l'année. Les prévisions démographiques sont incertaines, étant donné que l'implantation dans cette zone dépend pour l'essentiel d'un programme viable visant à créer des conditions de vie et un développement économique plus favorables.

La zone estuarienne comprend actuellement huit villages avec une population estimée pour 1985 à 4.300 habitants dont les principaux moyens d'existence sont la pêche maritime. Les dunes littorales comprennent actuellement environ une douzaine de villages dont la population est estimée

en 1985 à 3.300 habitants. Les habitants des dunes littorales vivent principalement du jardinage. Il existe à cette date quatre grands villages sur les dunes intérieures. Leur population est estimée en 1985 à 3.300 habitants dont la principale activité porte aussi sur le jardinage et la pêche à Chott Boul.

Les principaux groupes culturels et ethniques qui habitent dans le delta sont les Maures, les Wolofs et les Foulbés. Les Wolofs, qui habitent dans la zone estuarienne au sud d'Ebdin, sont principalement des pêcheurs marins, bien qu'il leur arrive parfois de pêcher également dans le fleuve Sénégal. Au nord de cette zone estuarienne, la population est pour l'essentiel composée de Maures. Leur économie est tributaire de l'élevage et de la pêche en eau douce mais a été sévèrement frappée par les années de sécheresse. Seuls quelques habitants du delta continuent à avoir pour activité principale la pêche en eau douce. Les éleveurs et les pêcheurs se sont orientés considérablement vers la culture et le commerce des légumes de saison sèche afin d'en tirer un revenu monétaire en remplacement de leurs anciens moyens d'existence. Seuls les pêcheurs marins et leur économie semblent ne pas avoir été affectés par la sécheresse. Par suite de la sécheresse, nombreux sont les marchands, les pêcheurs et les ouvriers agricoles qui travaillent en dehors du delta, pour la plupart à Dakar ou à Nouakchott. Les ressources en bois de feu sont très limitées en raison de l'utilisation humaine excessive des arbres et du broutement du bétail.

Les années de sécheresse n'ont pas seulement sapé l'économie locale; elles ont également abouti à une pénurie d'eau quasi permanente. La population qui habite au sud d'Ebdin a connu une pénétration d'eau de plus en plus salée dans les eaux souterraines. Ndiago ne dispose d'eau douce dans ses deux puits que deux à trois mois de l'année et uniquement les années où la crue est suffisamment importante pour exercer une incidence mesurable sur la nappe phréatique. D'autres villages de la zone estuarienne, comme Mboyo ou Ebdin, éprouvent le même problème, de même que Beret, qui se situe plus en amont. Les familles de ces villages doivent engager un batelier pour faire venir de l'eau douce de Saint-Louis dans des

tonneaux. En 1985, les habitants de Beret ont parlé de payer 500 FCFA pour les tonneaux de 30 litres d'eau.

Les installations de santé du delta sont également peu développées. Les habitants de la région ont accès à deux dispensaires, l'un à Ndiago et l'autre à Keur Macène. Aucun de ces deux dispensaires n'est doté d'un médecin permanent. Ils connaissent l'un et l'autre des insuffisances périodiques de médicaments essentiels. En cas de problèmes médicaux sérieux, les malades peuvent être évacués par bateau ou à dos de chameau jusqu'à un hôpital de Nouakchott ou de Saint-Louis. Les habitants du delta éprouvent beaucoup de difficultés à se faire bien soigner du fait de leur isolement et de l'insuffisance des liaisons de transport avec le reste du pays.

Ndiago possède des écoles, ce qui est un signe positif. Il s'est manifesté un renouveau d'intérêt pour l'éducation dans d'autres villages du delta au cours de ces dernières années. A Ziré, à Sbeikha et à Beret, les villageois ont récemment construit des bâtiments scolaires et ont demandé au gouvernement d'y affecter un instituteur.

2.4 Principes de mise en valeur

Dans le bas delta mauritanien, la gestion des ressources a pour objectif de mettre en valeur une série de zones caractérisées par des fonctions différentes. Il semble que cet objectif peut être atteint en construisant plusieurs digues et canaux munis de vannes en sus des structures déjà prévues dans le delta.

Les diverses structures et les différentes zones sont présentées à la Figure 2-2. La digue rive droite telle qu'elle figure sur la carte a déjà été planifiée (SOGREAH-Coyne et Bellier, 1985). Si elle est construite selon les plans, elle comprendra des structures de recharge à divers emplacements afin de permettre à l'eau douce de s'écouler dans le delta lorsque l'eau libérée du barrage de Manantali pénètre dans le bief du fleuve Sénégal dans la partie en amont du barrage Diama. Au droit du bas delta,

trois ouvrages vannes seront construits: à Mréau, à Oualalane et à Ndiadier, comme l'indique la Figure 2-2. Il est actuellement incertain que la digue rive droite soit construite comme prévue s'il n'est pas possible de mieux démontrer la valeur de son utilité que dans les études précédentes. (Il est à noter que la digue B a été achevée en mai 1986 dans le cadre du marché de Diama. L'élévation de la crête est de 2,0 mètres IGN, la largeur est de 6 mètres et il n'existe aucun ouvrage de décharge.)

Des digues et des structures hydrauliques supplémentaires qui n'ont pas été évaluées dans les études de factibilité précédentes seront installées le long des tracés appelés A, A', B, C et D, comme l'indique la Figure 2-2. Ces digues diviseront le delta en six zones physiques différentes, numérotées de I à VI sur la Figure 2-2. La superficie propre à chaque zone se situera entre 9.000 et 29.000 km², conformément à la répartition du Tableau 2-1. Les dessins effectués pour la construction du barrage de Diama ont prévu les digues B et D. Les digues A, A' et C ont été présentées comme des options possibles dans les termes de référence.

Outre le fait qu'elles assureront un meilleur contrôle du régime hydraulique de la région du delta, les digues A ou A' à D contribueront à améliorer le réseau de transport au sein même du delta et à travers le delta. Selon qu'il sera décidé de construire ou non la digue rive droite et par suite des incidences économiques qui en résulteront, ces digues pourront jouer un rôle important dans le développement du réseau de transport du delta.

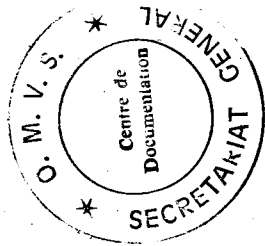
Tableau 2-1

Superficie des zones de mise en valeur éventuelle

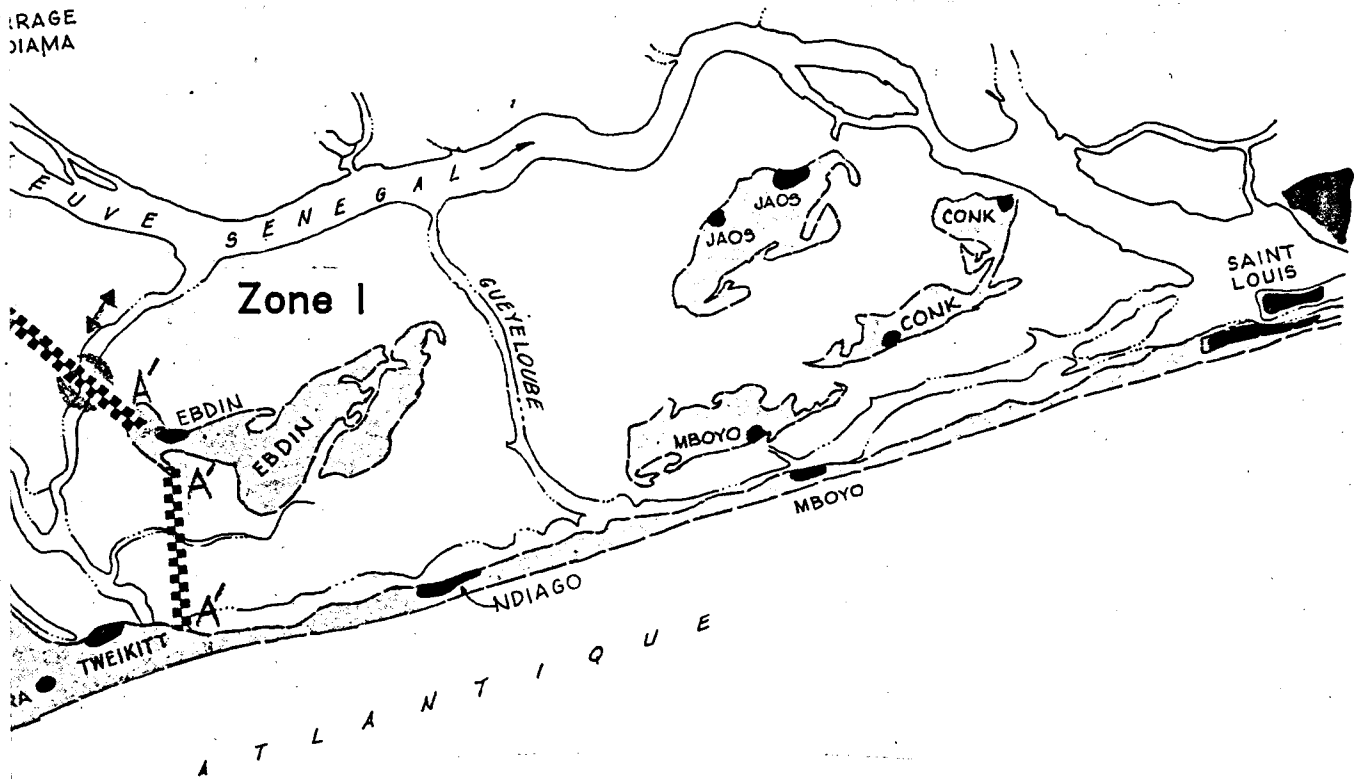
<u>Zone</u>	<u>Surface en hectares</u>
I (estuaire naturel)	13.300 (avec digue A) 8.900 (avec digue A')
II (estuaire artificiel)	9.000 (avec digue A) 13.400 (avec digue A')
III (réservoir)	5.700
IV (réserve naturelle)	14.600
V (pâturages)	22.300
VI (dunes littorales)	13.900
Total	<u>78.800</u>

FIGURE 2-2

LEGENDE / LEGEND



- | | | |
|--|--|---|
| FLEUVE SENEGAL | | SENEGAL RIVER |
| MARIGOTS | | MARIGOTS |
| VILLES, CAMPMENTS | | TOWNS, CAMPS |
| DUNE | | SAND DUNE |
| MARES ET DEPRESSIONS | | POOLS AND DEPRESSIONS |
| OUVRAGE VANNE | | GATE STRUCTURE |
| DIGUE RIVE DROITE | | RIGHT BANK DIKE |
| AUTRES DIGUES | | A OTHER DIKES |
| LIMITES DU PARC DE DIAOULING (d'après le décret) | | DIAOULING PARK BOUNDARIES (from decree) |
| CANAL | | CANAL |



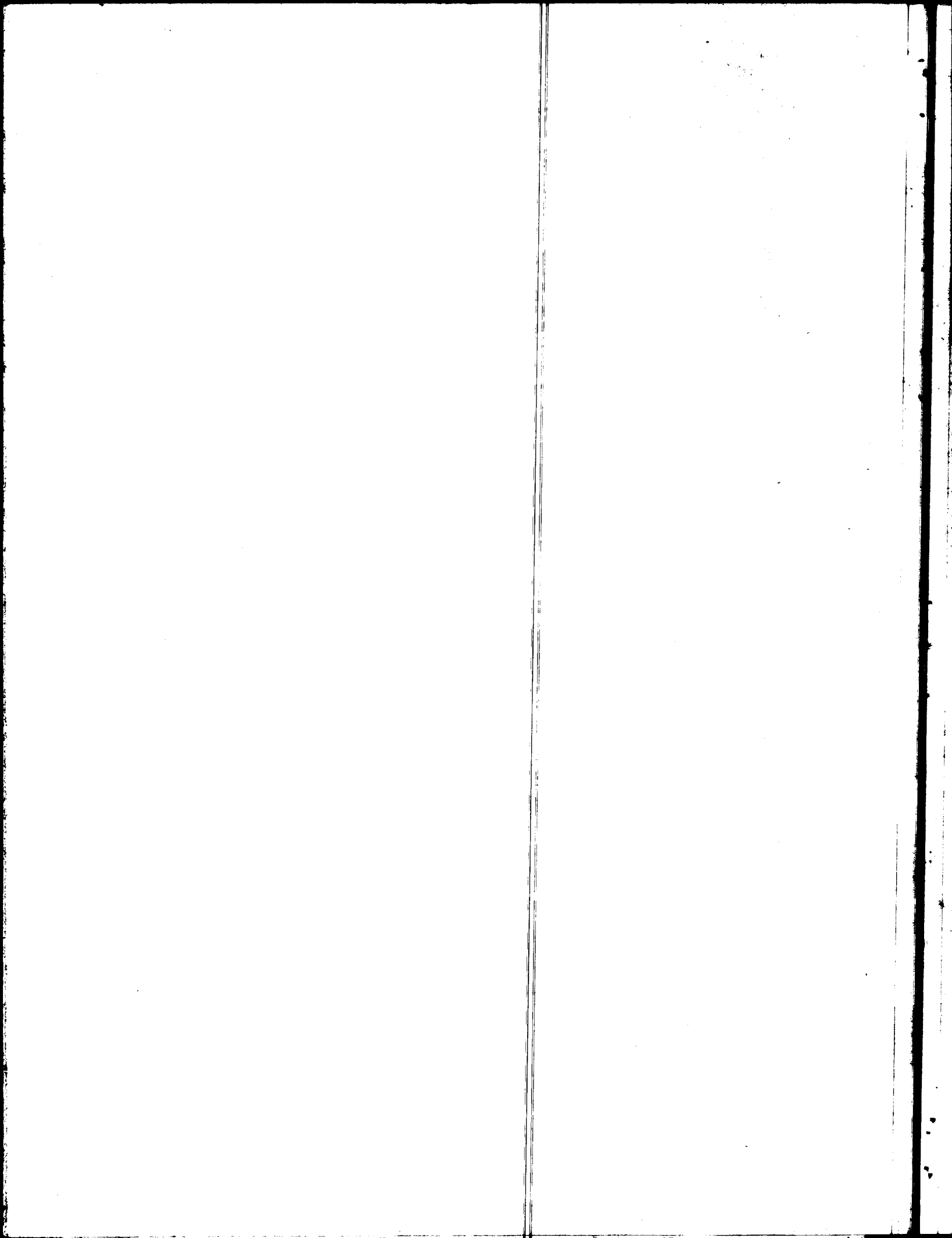
FEASIBILITY STUDY OF AN ARTIFICIAL ESTUARY IN THE LOWER MAURITANIAN DELTA

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

OUVRAGES ET ZONES POSSIBLES
POTENTIAL STRUCTURES AND ZONES

US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT DAKAR, SENEGAL 1986

FIGURE 2-2



2.4.1 Zone I -- L'estuaire naturel

Cette zone est délimitée par le fleuve Sénégal, le barrage de Diama, la dune de Beret, la dune littorale et la digue A ou A' elle-même. Cette digue devrait être équipée d'un ouvrage vanne pour permettre à l'eau de crue de remonter ou de descendre le marigot de Tiallakt.

La Zone I restera simplement un estuaire naturel. La principale activité économique de la Zone I sera la pêche en eau saumâtre. La digue même aura pour objet primordial de contrôler l'écoulement d'eau salée dans la Zone II et l'écoulement d'eau douce hors de la Zone II.

2.4.2 Zone II -- L'estuaire artificiel

La Zone II est délimitée par l'emplacement de la digue A ou A', la dune de Beret, la digue B, la dune de Hagui, la digue D de Werewaye et la dune littorale. On installera un petit ouvrage vanne hydraulique ou un radier sur la digue B en travers du marigot du Bell et on pourra construire un radier dépourvu de vanne sur la digue D.

Si la vanne de la digue A ou A' était ouverte en saison sèche, le courant naturel d'eau salée remonterait le système de marigots. Le gradient de salinité s'étendra en amont jusqu'à la digue B où l'eau salée sera arrêtée et ne pourra pas pénétrer dans la Zone IV. Pendant la période de la crue, l'eau douce pourra s'écouler de la Zone IV dans la Zone II par l'ouverture de la vanne ou par le radier de la digue B. L'eau douce du fleuve Sénégal en amont du barrage de Diama pourra se déverser dans la Zone IV par les ouvrages du Oualalane ou du Mréau ou les deux à la fois.

Si ce système est appliqué, la pêche en estuaire recevra un support certain dans la Zone II; et, point plus important, l'approvisionnement en eau douce pour le jardinage et la consommation domestique sera assuré.

2.4.3 Zone III -- Le réservoir

La Zone III est délimitée par le fleuve Sénégal, la barrage de Diama, la dune de Beret et la digue rive droite. Cette zone se situera à l'intérieur du réservoir de Diama et la configuration de sa portion inondée sera donc totalement déterminée par le niveau de l'eau en amont de ce barrage. Ce sera une zone naturelle qu'il conviendra de présenter à l'état de marécage d'eau douce n'exigeant que peu de mesures de protection. D'un point de vue économique, la Zone III ne procurera guère d'avantage à part la ressource en "Oum Retba" (type d'herbe) qui sert à la fabrication de nattes, à condition que cette plante ne soit pas détruite par le niveau élevé de l'eau. Une petite partie de la Zone III pourrait peut-être être utilisée parfois comme pâturage.

2.4.4 Zone IV -- La réserve naturelle

Avec l'établissement de la digue rive droite, les aires aquatiques de la Zone IV comprendront seulement de l'eau douce, la Zone IV étant entourée par la digue B, la dune de Hagui et la digue C au nord. Après une certaine période, l'écoulement annuel d'eau douce dans la zone lessivera progressivement les sols de la région de leur salinité et alimentera aussi peu à peu les nappes souterraines en eau douce.

On a envisagé d'aménager la Zone IV pour la transformer en parc ou en réserve naturelle. Il a été rédigé et soumis au gouvernement mauritanien un projet de décret qui concrétiserait cet objectif. Comme l'indique la Figure 2-2, la réserve naturelle inclurait également une partie de la Zone II. Une autre solution excluant le parc consisterait à rendre la Zone IV la plus productive moyennant des activités de jardinage et d'élevage.

2.4.5 Zone V -- Les pâturages

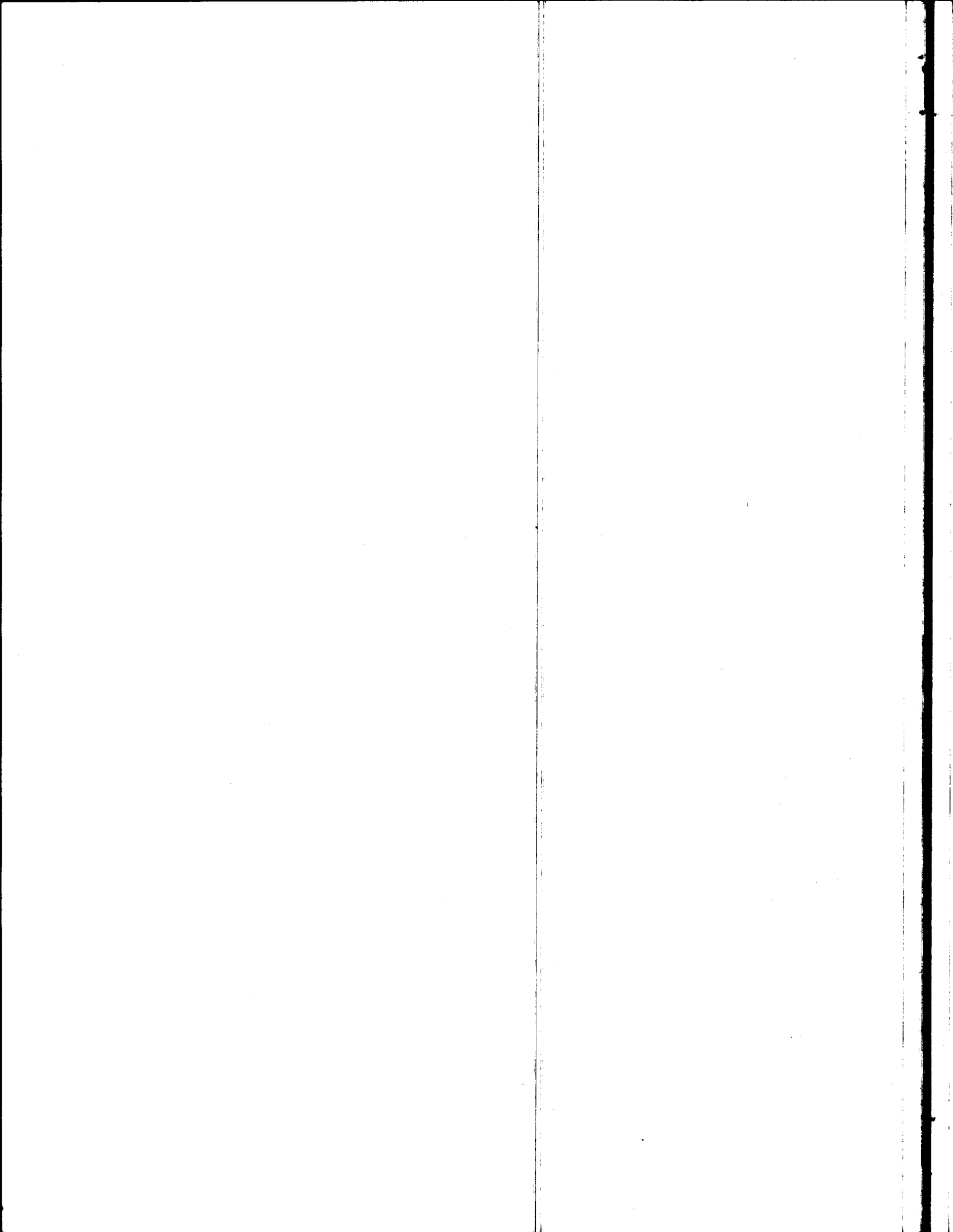
La Zone V sera constituée de la partie la plus nordique du bas delta. Elle sera délimitée par la digue C, la dune de Hagui, la dune littorale et le marigot du Ndiadier. L'installation d'une vanne sur la

digue C permettra de déverser de l'eau douce de la Zone IV dans la zone V pendant la saison de la crue, créant ainsi un environnement propice aux cultures fourragères et à l'élevage.

La digue C même constituera une barrière physique à l'empiètement des éleveurs sur la Zone IV où l'élevage sera incompatible avec le projet de parc national envisagé par le décret. De surcroît, la digue C exclura également la faible possibilité de pénétration de l'eau salée de Chott Boul dans la Zone IV.

2.4.6 Zone VI -- La dune littorale

Cette région, qui a été créée par la dérive littorale, regroupe plusieurs villages dont la principale activité porte actuellement sur le maraîchage. Etant donné que ces villages sont en grande majorité concentrés sur les limites des Zones I et II prévues, le problème d'eau douce pour la consommation domestique et le jardinage pourrait persister et même s'aggraver, en particulier pour les villages de la Zone I. A mesure que la mise en valeur économique se réalisera, il conviendra d'englober les habitants actuels de la Zone VI dans l'ensemble du projet du delta.



CHAPITRE 3

OPTIONS DE MISE EN VALEUR

3.1 Emplacement des digues

Au Chapitre 2 on a présenté le concept de cinq digues possibles. L'emplacement probable des digues appelées A', A, B, C et D a été indiqué à la Figure 2-2. La Figure 2-2 a indiqué également l'emplacement de la digue rive droite proposée.

La digue A' serait construite entre la dune littorale et la dune d'Ebdin et continuerait jusqu'à la dune de Beret. La construction de la digue A' créerait la plus grande aire de rétention des eaux douces qui puisse être maîtrisée, à condition de construire également les digues C et D. Cette digue constituerait la limite entre les Zones I et II telles que la Figure 2-2 les présente. Une chaussée aménagée sur la digue fournirait une route directe allant de Diama à Ebdin et aux dunes littorales. Le principal objet de cette digue serait la maîtrise du niveau des eaux douces le plus au sud possible.

La digue A représente un emplacement alternatif de la digue A'. La digue A serait construite entre la dune de Beret et la dune littorale. Aucun accès à la dune d'Ebdin n'est prévu. En ce qui concerne l'aire de captage des eaux douces, la construction de la digue A permettrait d'atteindre la deuxième superficie qui puisse être maîtrisée, à condition encore une fois de construire les digues C et D. La digue constituerait la limite entre les Zones I et II. Une chaussée aménagée sur la digue fournirait une route entre Diama et la dune littorale. Le principal objet de cette digue serait la maîtrise du niveau des eaux douces au nord de l'emplacement de la digue A.

La digue B serait construite entre la dune de Beret et la dune de Hagui. La construction de la digue B permettrait de réaliser la troisième superficie de captage des eaux douces qui puisse être maîtrisée, à condition

de prévoir également la construction de la digue C. La digue constituerait la limite entre les Zones II et IV. Aucun accès à la dune littorale ne serait possible à moins de construire également la digue D. Le principal but de la digue serait de permettre la séparation des eaux douces et salées au cours de la saison sèche. Il serait éventuellement possible de maîtriser l'écoulement à l'intérieur du marigot de Bell en aval de la digue B de manière à établir le gradient de salinité exigé par les poissons de mer.

La digue C serait construite à partir de la dune de Hagui et rejoindrait la digue rive droite près de Keur Macène. Les écoulements parvenant à la Zone V seraient contrôlés par l'ouvrage vanne de la digue C. La digue constituerait la limite entre les Zones IV et V. Elle constituerait également une partie de la limite nord du parc proposé de Diaouling. Une chaussée aménagée sur la digue fournirait une route à viabilité permanente entre la dune de Hagui et la digue rive droite qui permettrait la circulation jusqu'à Keur Macène. Le principal but de cette digue serait de contrôler l'échange des eaux entre la dépression de Diaouling et la Zone V au nord-ouest.

La digue D serait construite entre la dune de Hagui et la dune littorale. Cette digue constituerait la limite entre les Zones II et V. Une route à faible circulation serait aménagée sur la digue, permettant d'accéder à la dune de Hagui pendant toute l'année. Le principal but de cette digue consiste à éviter l'échange des eaux non souhaité entre le marigot de Khurumbam et le Chott Boul, dans la mesure où le Chott Boul pourrait se rompre de nouveau, et à fournir une route à viabilité permanente reliant la dune de Hagui à la dune littorale.

3.2 Coûts des ouvrages individuels en supposant la présence de la digue rive droite

L'Annexe E comporte des estimations de coût détaillés des travaux de construction pour les diverses digues et le canal de Oualalane qui permettraient d'inonder la dépression de Diaouling. Le Tableau 3-1 résume les estimations de coûts des travaux de construction, sans compter les coûts

de mobilisation et de démobilisation de chaque structure. (Voir Annexe E pour les coûts de référence.) On peut supposer que toutes les routes seront construites sur la crête de la digue, ce qui réduirait au minimum l'inondation des routes.

Tableau 3-1

Coûts des travaux de construction des ouvrages

<u>Ouvrage</u>	<u>Coûts, juin 1984</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
Digue A' (sans route)	224.000	3.560
Digue A (sans route)	128.000	2.030
Digue A(R) (surmontée d'une route)	131.000	2.080
Digue B(R) (surmontée d'une route)	37.600	597
Digue C (sans route)	41.700	662
Digue C(R) (surmontée d'une route)	44.900	713
Digue D(R) (surmontée d'une route)	1.500	24
Canal de Oualalane	26.900	427

3.3 Exemples de combinaisons d'ouvrages

Il existe un grand nombre de différentes combinaisons de digues possibles. Cependant, il convient d'établir plusieurs hypothèses et conclusions de base avant de passer à l'examen détaillé de ces options. En premier lieu, toute combinaison supposerait la construction de la digue rive droite. En deuxième lieu, compte tenu des tracés des digues et des conditions sur le terrain, toute option devrait prévoir la construction de la digue D. En dernier lieu, vu que le coût de la digue A' dépasse apparemment celui de la digue A de 75 pour cent au minimum, il n'est pas conseillé de l'étudier davantage.

Après un examen préliminaire des différentes combinaisons de digues, il est évident qu'il existe, en gros, quatre combinaisons de digues réalisables qui permettraient la mise en valeur du bas delta mauritanien. Ces combinaisons sont:

- 1) B(R) + C + D(R) + Oualalane
- 2) A + C(R) + D(R) + Oualalane
- 3) A(R) + C + D(R) + Oualalane
- 4) A + B(R) + C + D(R) + Oualalane

La première combinaison comprendrait la construction de la digue B, surmontée d'une route à deux voies, et de la digue D, surmontée d'une route à voie unique, ainsi que la construction de la digue C et du canal de Oualalane. Cette combinaison fournirait deux nouvelles routes à faible circulation et à viabilité permanente dans le delta et deux zones où il serait possible de maîtriser les eaux douces. La vanne de la digue C gouvernerait le volume d'eau parvenant à la Zone V. A l'intérieur de la Zone V, le niveau de crue maximum serait d'environ 0,5 mètre IGN, ce qui se traduit par une aire d'inondation de 370 hectares. Afin d'inonder la Zone IV, il suffirait d'ouvrir la vanne de Oualalane dans la digue rive droite et de permettre ainsi aux eaux du fleuve Sénégal de s'écouler dans le canal jusqu'à la dépression de Diaouling. Le niveau de crue maximum de la Zone IV serait d'environ 0,75 mètre IGN, ce qui correspond à une aire immergée de 800 hectares. Les gradients de salinité de la Zone II seraient contrôlés par les décharges d'eau douce de la Zone IV à travers les vannes de la digue B, généralement à marée basse. Une décharge à marée basse permettrait l'écoulement d'un volume supérieur à travers les vannes de la digue B.

La deuxième combinaison comporterait la construction des digues C et D, surmontées de routes, ainsi que de la digue A et du canal de Oualalane. Cette combinaison fournirait au delta deux nouvelles routes à faible circulation et à viabilité permanente, se raccordant à la route de la digue rive droite qui va à Keur Macène, ainsi que trois zones (deux aires) où il serait possible de contrôler le niveau d'eau douce. Il n'existerait aucune route directe entre la dune de Beret et la dune littorale. Des routes à

voie unique construites sur les digues D et C relierait la dune littorale à la digue rive droite. Les Zones II et IV ne seraient pas séparées par une digue. Cette combinaison conduirait au même niveau de crue dans les Zones IV et V que la première. Les inondations de la Zone IV pénétreraient dans la Zone II; cependant, elles seraient limitées surtout aux marigots de la Zone II. Il serait difficile de maintenir un gradient de salinité dans la Zone II, vu que l'unique contrôle s'effectuerait à la vanne de la digue A.

La troisième combinaison comporterait la construction des digues A et D, surmontées de routes, ainsi que de la digue C et du canal de Oualalane. Cette combinaison fournirait deux nouvelles routes à faible circulation et à viabilité permanente dans le delta, ainsi que trois zones (deux aires) où il serait possible de contrôler le niveau d'eau douce. Il n'existerait aucune route directe entre la dune de Hagui et la digue rive droite. Une route à voie unique construite sur la digue A relierait la dune littorale à la digue rive droite. Cette combinaison engendrerait le même niveau de crue dans les Zones IV et V que les deux premières combinaisons. Les Zones II et IV ne seraient pas séparées par une digue. Les inondations pénétreraient dans la Zone II; cependant, elles seraient limitées surtout aux marigots de la Zone II. Il serait difficile de maintenir un gradient de salinité dans la Zone II, vu que l'unique contrôle s'effectuerait à la vanne de la digue A.

La quatrième combinaison comporterait la construction des digues A et C sans routes, de la digue B surmontée d'une route à deux voies et de la digue D surmontée d'une route à simple voie, ainsi que du canal de Oualalane. Cette combinaison fournirait au delta deux nouvelles routes à viabilité permanente, se raccordant à la route de la digue rive droite qui va à Keur Macène, deux zones où il serait possible de contrôler le niveau d'eau douce et une zone où il serait possible de maintenir un gradient de salinité. La dune littorale serait reliée à la digue rive droite par une route à voie unique construite sur la digue D et une route à deux voies construite sur la digue B. La Zone III serait séparée de la Zone IV par la digue rive droite et la Zone II de la Zone IV par la digue B. On pourrait atteindre le même niveau de crue dans les Zones IV et V que pour la première combinaison. La vanne de la digue B aurait deux fonctions principales. Premièrement, elle

servirait à contrôler le volume d'eau douce qui s'écoulerait de la Zone IV à la Zone II. Deuxièmement, elle servirait à empêcher l'écoulement des eaux salées de la Zone IV à la Zone II.

Il est peut-être possible de parvenir à une certaine inondation d'eau douce dans le delta sans la construction des digues ou du canal de Oualalane. Les cartes topographiques à une échelle de 1 à 20.000 ne fournissent pas une réponse nette à la question. Il est probable que l'ouverture des vannes de Mreau ou de Oualalane permettrait l'écoulement de suffisamment d'eau douce pour immerger une partie du delta. Dans le cas d'une grande crue, les décharges effectuées au niveau du réservoir de Diama remonteraient et inonderaient le delta. Une telle inondation ressemblerait beaucoup à ce qui se passait avant la construction des barrages de Diama et de Manantali.

Ce sont donc les combinaisons les plus probables, à condition que la digue rive droite soit construite comme prévu. Néanmoins, il est possible d'envisager une autre approche où les digues B et C rempliraient certaines fonctions de la digue rive droite si elle n'était pas construite comme prévu. Il s'agit essentiellement de réorienter la digue rive droite. Afin d'atteindre ce nouvel alignement, l'élévation de la digue B serait relevée à 3,1 mètres IGN de manière à "remplacer" une partie de la digue rive droite. La largeur de la route sur la digue B serait augmentée de 9,0 à 10,6 mètres afin de créer une route internationale à double circulation qui soit capable d'accueillir des véhicules très chargés entre Saint-Louis et Keur Macène. L'élévation de la digue C serait relevée à 3,35 mètres IGN et la largeur de la route sur la digue C serait augmentée également, de 3,5 à 10,6 mètres. Les routes ayant une largeur de 3,5 ou de 9,0 mètres seraient considérées comme des pistes. Il conviendrait de prévoir la construction d'une route d'une largeur de 10,6 mètres sur la dune de Beret, afin de relier la route sur le barrage de Diama à la digue B, et d'une autre route de la même largeur sur la dune de Hagui, en suivant la ligne de niveau de 3,5 mètres IGN entre les digues B et C. On n'aurait plus besoin de construire le canal de Oualalane, parce que la Zone IV ferait partie du réservoir de Diama. Les dimensions physiques des digues A et D ne changeraient pas. Vu que le

niveau d'eau normal dans la Zone IV atteindrait 1,5 mètre IGN, il serait possible de diminuer le nombre de vannes aux digues B et C, entraînant une réduction des coûts de construction des vannes.

La première et la quatrième combinaisons de digues mériteraient une évaluation particulière s'il était question de réorienter la digue rive droite de la manière citée ci-dessus. La deuxième et la troisième combinaisons de digues ne seraient plus valables. Si l'on prenait la décision de réorienter la digue rive droite et de renoncer à la construction des digues B et C, il serait nécessaire de diminuer la hauteur normale du réservoir de Diama. Il serait impossible de maintenir l'élévation du réservoir de Diama à 1,5 mètre IGN, du fait que les eaux s'écouleraient vers le Chott Boul et dans le marigot de Bell, dépassant ainsi le barrage de Diama.

Les remarques qui précèdent supposent que les digues B et C seraient surmontées de routes d'une largeur de 10,6 mètres. Une autre stratégie consiste à construire les routes le long des bermes des digues, donc à une élévation inférieure. Dans ce cas, on pourrait réduire la largeur des digues à 3,5 mètres, ce qui diminuerait les besoins au niveau du transport de matériaux de remblai entre la zone d'emprunt et le site des digues.

Une autre option de mise en valeur repose sur l'inondation du delta grâce à la construction d'un canal qui relierait le barrage de Diama au marigot de Tiallakt à un point en amont de la digue A' et qui permettrait donc aux eaux captées de remonter dans le delta. Cette approche exigerait la construction de la digue A' et fournirait de l'eau douce à toute la zone du delta en amont de la digue A'. Elle empêcherait la création d'un estuaire artificiel et d'un gradient de salinité. Compte tenu du fait que cette approche exige la construction de la digue A', qui serait très coûteuse, ainsi que le creusement d'un autre canal, sans pour autant fournir un estuaire artificiel, elle semble ne pas justifier une évaluation plus détaillée.

3.4 Coûts des combinaisons d'ouvrages en supposant la présence de la digue rive droite

Le Tableau 3-2 présente les coûts estimatifs de construction des différentes options, en supposant la construction de la digue rive droite comme prévu. Ces coûts de construction se basent sur les prix de juin 1984 et comprennent une provision de 5 à 7 pour cent pour la main-d'oeuvre et pour la mobilisation et la démobilisation de l'équipement associées à la construction de chaque ouvrage. Ainsi, les devis estimatifs présentés dans le Tableau 3-2 dépassent légèrement le total des coûts des ouvrages individuels présentés au Tableau 3-1.

Tableau 3-2

Coûts de construction de diverses combinaisons d'ouvrages

<u>Option</u>	<u>Coûts, juin 1984</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
B(R) + C + D(R) + Oualalane	114.000	1.810
A + C(R) + D(R) + Oualalane	214.000	3.340
A(R) + C + D(R) + Oualalane	214.000	3.340
A + B(R) + C + D(R) + Oualalane	249.000	3.950

Pour évaluer les coûts globaux du projet, d'autres calculs sont nécessaires. D'abord, il y a lieu d'ajouter aux coûts de construction précités une provision pour imprévus de 25 pour cent, et d'ajouter au total partiel un coût de 3 pour cent qui s'applique aux campements de travail. Pour arriver aux coûts globaux du projet, il convient d'ajouter au deuxième total partiel un coût de 7,5 pour cent qui se rapporte à l'élaboration du projet et à la supervision des travaux. Ainsi, les chiffres présentés au Tableau 3-3 représentent les coûts globaux du projet, calculés de la manière indiquée, par contraste avec les chiffres du Tableau 3-2, qui ne représentent que les coûts de construction.

Tableau 3-3

Coûts totaux du projet pour diverses combinaisons d'ouvrages

<u>Option</u>	<u>Coûts, juin 1984</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
B(R) + C + D(R) + Oualalane	158.000	2.510
A + C(R) + D(R) + Oualalane	247.000	4.710
A(R) + C + D(R) + Oualalane	247.000	4.710
A + B(R) + C + D(R) + Oualalane	344.000	5.460

Le Tableau 3-4 présente les coûts annuels de l'entretien des vannes. On estime que ces coûts représentent environ 5 pour cent des coûts de construction des vannes.

Tableau 3-4

Coûts annuels de l'entretien des vannes
pour diverses combinaisons d'ouvrages

<u>Option</u>	<u>Coûts, juin 1984</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
B(R) + C + D(R) + Oualalane	1.780	28
A + C(R) + D(R) + Oualalane	905	14
A(R) + C + D(R) + Oualalane	905	14
A + B(R) + C + D(R) + Oualalane	1.340	22

On suppose que l'entretien des digues sera difficile et irrégulier. Pour cette raison, on suppose que l'inclinaison des talus sera relativement faible, étant de 3 sur 1. On suppose également qu'une remise en état sera effectuée 20 ans après la construction des digues; en réalité, il y aurait probablement lieu de prévoir une remise en état après 10 ans. Le coût de la remise en état est estimé à 20 pour cent des coûts de construction initiaux,

moins les coûts associés à l'achat et à la construction des vannes. Le Tableau 3-5 présente les coûts de la remise en état des digues pour chacune des combinaisons possibles.

Tableau 3-5

Coûts de la remise en état des digues
pour diverses combinaisons d'ouvrages

Option	Coûts, juin 1984	
	(1.000 UM)	(1.000 \$EU)
B(R) + C + D(R) + Oualalane	7.440	118
A + C(R) + D(R) + Oualalane	36.900	586
A(R) + C + D(R) + Oualalane	37.300	592
A + B(R) + C + D(R) + Oualalane	39.900	633

3.5 Coûts des ouvrages individuels en supposant l'absence de la digue rive droite

Le Tableau 3-6 résume les estimations de coût établies pour la construction des différentes digues et des routes sur les dunes. Les détails sont présentés à l'Annexe E. Ces coûts de construction représentent des prix de juin 1984 et excluent la main-d'œuvre, ainsi que la mobilisation et la démobilisation de l'équipement associées à la construction de chaque structure.

Tableau 3-6

Coûts de construction des ouvrages

Option	Coûts, juin 1984	
	(1.000 UM)	(1.000 \$EU)
Digue A (sans route)	143.000	2.270
Digue B(R) (route sur digue)	121.000	1.920
Digue B(R) (route sur berme)	102.000	1.620

Tableau 3-6 (suite)

Coûts de construction des ouvrages

Digue C(R) (route sur digue)	351.000	5.570
Digue C(R) (route sur berme)	297.000	4.710
Digue D(R) (route sur digue)	2.010	32
Routes sur les dunes	34.300	544

Le Tableau 3-7 présente les coûts estimatifs de construction des différentes options, en supposant un réalignement de la digue rive droite dans la région du delta. Encore une fois, on comprend une provision de 5 à 7 pour cent pour la mobilisation et la démobilisation. Les détails des estimations sont présentés à l'Annexe E.

Tableau 3-7

Coûts de construction de diverses combinaisons d'ouvrages

<u>Option</u>	<u>Coûts, juin 1984</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
<u>Routes sur les digues B et C</u>		
B(R) + C(R) + D(R)	543.000	8.620
A + B(R) + C(R) + D(R)	695.000	11.000
<u>Routes sur les berms des digues B et C</u>		
B(R) + C(R) + D(R)	462.000	7.330
A + B(R) + C(R) + D(R)	614.000	9.750

Le Tableau 3-8 présente les coûts globaux du projet, en supposant la réorientation de la digue rive droite dans la région du delta.

Tableau 3-8

Coûts globaux du projet pour diverses combinaisons d'ouvrages

<u>Option</u>	<u>Coûts, juin 1984</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
<u>Routes sur les digues B et C</u>		
B(R) + C(R) + D(R)	751.000	11.900
A + B(R) + C(R) + D(R)	962.000	15.300
<u>Routes sur les bermes des digues B et C</u>		
B(R) + C(R) + D(R)	640.000	10.200
A + B(R) + C(R) + D(R)	850.000	13.500

Le Tableau 3-9 présente les coûts annuels de l'entretien des vannes, en supposant la réorientation de la digue rive droite dans la région du delta. On suppose encore une fois que ces coûts représentent annuellement 5 pour cent environ des coûts de construction initiaux des vannes.

Tableau 3-9

Coûts annuels de l'entretien des vannes pour diverses combinaisons d'ouvrages

<u>Option</u>	<u>Coûts, juin 1984</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
<u>Routes sur les digues B et C</u>		
B(R) + C(R) + D(R)	246	39
A + B(R) + C(R) + D(R)	410	65
<u>Routes sur les bermes des digues B et C</u>		
B(R) + C(R) + D(R)	246	39
A + B(R) + C(R) + D(R)	410	65

Les mêmes suppositions relatives à la remise en état des digues s'appliquent que la digue rive droite soit construite ou non. Le Tableau 3-10 présente les coûts de la remise en état pour diverses combinaisons, en supposant la réorientation de la digue rive droite.

Tableau 3-10

Coûts de la remise en état des digues
pour diverses combinaisons d'ouvrages

<u>Option</u>	<u>Coûts, juin 1984</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
<u>Routes sur les digues B et C</u>		
B(R) + C(R) + D(R)	129.000	2.080
A + B(R) + C(R) + D(R)	166.000	2.630
<u>Routes sur les bermes des digues B et C</u>		
B(R) + C(R) + D(R)	108.000	1.710
A + B(R) + C(R) + D(R)	145.000	2.300

3.6 Coût de la digue rive droite

Afin de fournir une analyse juste du rendement économique imputable aux combinaisons "sans" et "avec" la digue rive droite, il est nécessaire de prévoir un calcul des coûts et une étude technique de la digue rive droite qui seraient effectués indépendamment et qui viseraient le tronçon entre les points T1 et T9 (voir Plan 2.2), d'après le projet final de la SOGREA (1985). Ce tronçon serait remplacé par les digues B et C. Le Tableau 3-11 présente les coûts. (Voir Annexe E pour les détails relatifs aux coûts.)

Tableau 3-11

Estimation des coûts de la section de la digue rive droite
comprise entre les points T1 et T9

<u>Coûts</u>	<u>Route sur digue</u>		<u>Route sur berme</u>	
	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>	<u>(1.000 UM)</u>	<u>(1.000 \$EU)</u>
Travaux de construction, prix de juin 1984	581.000	9.220	487.000	7.730
Projet	804.000	12.800	674.000	10.700
Remise en état	152.000	2.410	128.000	2.030
Entretien des vannes	1.246	39	246	39

CHAPITRE 4

ANALYSES ET RECOMMANDATIONS

4.1 Analyses économiques des options de projet sélectionnées

Deux principaux critères économiques sont appliqués pour analyser les options de projet: le taux de rentabilité interne (TRI) et la valeur actuelle nette globale (VAN). Le TRI permet avant tout de mesurer l'efficacité du projet en ce qui concerne la récupération du capital engagé et révèle l'indice du coût d'opportunité du capital auquel l'investissement sera rentable.

La VAN permet de mesurer le total des bénéfices nets que l'investissement entraînera pendant la durée du projet. La présence ou l'absence de contraintes budgétaires escomptées détermine le choix de la VAN ou du TRI comme variable principale pour toute décision économique. Si l'on ne prévoit pas de restriction sensible sur les ressources en capital d'investissement, la meilleure option de projet est alors celle qui présente les bénéfices nets les plus élevés; en fait, la VAN la plus élevée. Si les contraintes en matière de financement représentent un facteur important, le TRI sera alors un instrument d'analyse plus utile étant donné qu'il mesure l'efficacité du projet et permet de la comparer avec les autres possibilités d'investissement dans d'autres domaines de l'économie.

Etant donné que les ressources de capital disponibles représentent presque toujours un facteur déterminant pour le financement d'un projet de développement, il convient de considérer le TRI comme le principal critère pour l'évaluation d'un projet. Il importe toutefois d'examiner la VAN afin de s'assurer que le TRI ne présente pas une évaluation inexacte en raison de différences dans la périodicité et l'ampleur des flux de coûts et de bénéfices entre les options de projet.

On applique dans cette étude un taux d'actualisation de 12 pour cent pour refléter le coût du capital. D'autres études valables ont appliqué un taux aussi faible que 10 pour cent pour la même période et certains analystes ont conseillé l'application d'un taux aussi élevé que 14 pour cent ou davantage. Les taux d'intérêt en vigueur en Mauritanie et au Sénégal au début des années 80 ont parfois indiqué que le coût des capitaux permanents était d'environ 10 pour cent, mais dans bien des secteurs, ces taux d'intérêt n'ont pas pu traduire les coûts économiques liés à l'intervention et aux subventions gouvernementales. On peut donc considérer qu'une estimation de 10 pour cent est raisonnable, mais plutôt optimiste. Inversement, on peut considérer qu'une estimation de 14 pour cent est raisonnable du fait des coûts liés aux interventions gouvernementales et des distorsions économiques correspondantes, mais ce chiffre est plutôt pessimiste. La méthode employée dans cette étude consiste à évaluer les options de projet en appliquant un coût d'opportunité du capital de 12 pour cent. On peut considérer que tout investissement indiquant un taux de rentabilité interne supérieur à 12 pour cent est viable mais il conviendra d'être prudent avant de déboursier des fonds d'investissement si le taux de rentabilité est inférieur à 14 pour cent, puisque le taux de rentabilité risque de ne pas être suffisamment élevé pour permettre au projet de récupérer les capitaux investis aussi rapidement que dans d'autres domaines de l'économie. D'un autre côté, il conviendra d'examiner de près si un projet indiquant un TRI inférieur à 12 pour cent mais supérieur à 10 pour cent peut être une option d'investissement viable étant donné que le coût d'opportunité du capital pourrait être aussi faible que 10 pour cent dans la meilleure conjoncture économique.

Dix-huit options de projet ont été présentées au Chapitre 3. Neuf options de projet ont été analysées en supposant que la digue rive droite est un fait acquis; les coûts de la digue rive droite ni les bénéfices précédemment attribués à sa construction n'ont été inclus dans le calcul de la VAN et du TRI. Sur les neuf options de projet où l'on considère que la digue rive droite est un fait acquis, cinq ont également été réexaminées en englobant dans l'analyse les facteurs des coûts et des bénéfices de la digue rive droite. En outre, quatre autres options de

projet ont été analysées en supposant que le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta serait remplacé par les digues B et C. Le Tableau 4-1 récapitule les 18 options de projet ainsi que le calcul du TRI et de la VAN pour chacune d'elles.

4.1.1 Analyse des options de projet excluant les facteurs économiques de la digue rive droite

Les options de projet désignées de 1 à 9 qui sont présentées au Tableau 4-1 ont fait l'objet d'une analyse économique qui considère la digue rive droit comme un fait acquis.

D'après les résultats, il convient d'appliquer quatre principes généraux pour déterminer la combinaison de digues et de routes qui procurera les meilleurs avantages pour le delta. Premièrement, ce n'est peut-être pas une bonne idée de créer un parc étendu en respectant les restrictions et les limites fixées dans le projet de décret en raison des effets préjudiciables sur la production maraîchère dans la Zone II. Si la digue B n'est pas construite, l'impact négatif du parc sur les avantages offerts par la Zone II ne sera pas considérable. Cependant, dans le cas contraire, les crues peuvent être maîtrisées dans la zone et l'élimination des avantages potentiels pour la production maraîchère qui en résulterait serait onéreuse. L'option d'un parc d'une superficie restreinte devra donc être considérée comme supérieure à l'option sans parc ou à l'option d'un parc délimitée conformément au décret proposé, à condition de disposer de fonds pour construire le digue B, outre les digues A et D qui sont également nécessaires pour permettre à la Zone II de produire au maximum.

Tableau 4-1

Récapitulatif de L'analyse Economique

Description des Projets	Digue Rive Droite ² Comme un Fait Acquis			Digue Rive Droite ³ Incline					
	Option Numéro	VAN	TRI	Avec Digue Rive Droite			Digue Rive Droite Réalignée		
				Option Numéro	VAN	TRI	Option Numero	VAN	TRI
A(R) - C D(R) Sans parc	1	-115.000	2,64	-	-	-	-	-	-
A - C(R) D(R) Sans parc	2	-113.000	2,95	-	-	-	-	-	-
- B(R) C D(R) Sans parc	3	-104.000	Negative	-	-	-	-	-	-
A B(R) C D(R) Sans parc	4	- 95.900	6,04	-	-	-	-	-	-
A B(R) C D(R) Parc restreint	5	- 57.200	8,64	17	241.000	14,10	-	-	-
A(R) - C D(R) Parc étendu	6	- 76.800	6,32	16	222.000	13,99	-	-	-
A - C(R) D(R) Sans parc	7	- 73.900	6,57	18	226.000	14,01	-	-	-
A B(R) C D(R) Sans parc	8	-110.000	4,61	14	191.000	13,67	-	-	-
- B(R) C D(R) Parc restreint	9	- 65.500	0,98	15	237.000	14,27	-	-	-
A B(R) C(R) D(R) Sans parc	-	-	-	-	-	-	10	369.000	15,45
A B(R) C(R) D(R) Sans parc	-	-	-	-	-	-	11 ¹	441.000	16,31
- B(R) C(R) D(R) Sans parc	-	-	-	-	-	-	12	373.000	15,94
- B(R) C(R) D(R) Sans parc	-	-	-	-	-	-	13 ¹	446.000	16,95

¹ Route sur berme; toutes les autres routes sont construites sur le haut des digues.

² Les bénéfices et les coûts relatifs à la digue rive droite ne sont pas inclus dans cette section de l'analyse économique.

³ Les bénéfices et les coûts relatifs à la digue rive droite sont inclus dans cette section de l'analyse économique. Deux cas sont analysés: la digue rive droite conformément à l'alignement prévu et la digue rive droite réalignée sur l'axe des digues B et C.

Deuxièmement, il importe d'inclure les digues A et D dans toute combinaison et d'aménager cette dernière d'une route. La construction de la digue D est relativement bon marché si l'on tient compte de la valeur d'une route qui permet d'accéder à la côte en provenance de la dune de Hagui. Il peut être souhaitable d'aménager la digue A d'une route étant donné que le terrain est accidenté entre la dune de Beret et la côte, mais ce n'est pas essentiel si les digues B et D sont pourvues de routes.

Troisièmement, Il est toujours souhaitable de construire la digue B si l'option inclut les digues A et D. La raison à cela est que les coûts de construction et d'entretien de la digue sont largement compensés par la hausse de la production maraîchère de la Zone II qui pourra être obtenue en arrêtant le parc à la limite de la Zone IV. Les avantages correspondant à l'extension de la crue dans la Zone IV compenseront également dans une certaine mesure le coût de construction de la digue B.

Finalement, il est toujours désirable de construire la digue C, en grande partie en raison de son importance pour la production laitière associée à la production animale dans la Zone V. La construction d'une route sur la digue n'est pas nécessaire tant que la recommandation d'équiper la digue B d'une route est suivie. Les éleveurs peuvent avoir accès aux marchés de Nouakchott et de Rosso par le littoral et par la route de la digue rive droite, en supposant la construction de cette dernière.

Du point de vue du TRI, la meilleure option est l'option 5. Le TRI indique que cet investissement serait souhaitable si le coût d'opportunité du capital tombait en dessous de 8,64 pour cent. Autrement, le projet serait viable si les coûts de l'investissement initial étaient réduits d'au moins 57.000.000 UM au niveau des prix de 1981.

4.1.2 Analyse des options de projet en incluant les facteurs économiques de la digue rive droite

Les options de projet 10 à 18 qui sont présentées au Tableau 4-1 rentrent dans cette catégorie. Il apparaît sur le champ que la digue rive droite est viable sur le plan économique à cause du TRI et de la VAN. En raison des avantages appréciables liés à la construction de la digue rive droite conjointement avec le barrage de Diana, et en raison des dégâts d'inondation importants qui se produiraient probablement dans le bas delta si la digue n'était pas construite, on peut en déduire qu'il est judicieux de construire la digue rive droite si on dispose des fonds d'investissement nécessaires. L'étude du GERSAR (1985) défend cette hypothèse et estime le TRI à 12,4 pour cent pour le projet de la digue. Le projet de la digue rive droite, indépendamment de l'axe de la digue dans le bas delta, est viable sur les plans financier et économique. Même les options de projet présentant les TRI les plus faibles (14, 16 et 18) enregistrent des taux de rentabilité plus élevés que le coût d'opportunité du capital supposé de 12 pour cent, mais il convient néanmoins d'examiner avec soin ces options avant de déboursier des fonds d'investissement étant donné que les TRI sont inférieurs à l'estimation maximale de 14 pour cent.

Les Options 10 à 13 soulignent que le TRI correspondant aux options où les digues B et C remplacent le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta est toujours supérieur à celui des options où ce tronçon n'est pas remplacé par les digues B et C. Une raison à cela est que le coût de la construction des digues B et C revient à 57 millions UM de moins que la construction du tronçon de la digue rive droite dans le bas delta (prix de 1984). Si les routes B et C sont construites sur la berme des digues, la différence entre les coûts atteint 164 millions UM. Cette économie est réduite en partie par l'inondation de la région du parc de Diaouling (Zone IV) et par la perte correspondante des avantages touristiques éventuels, mais ces derniers sont largement compensés par les avantages pour la pêche qui seront probablement engendrés dans les régions immergées.

Les Options 14 à 18 proposent un parc national pour la Zone IV en construisant le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta au lieu de le remplacer par les digues B et C. Ces options examinent l'aménagement d'un parc étendu et comparent les flux de bénéfices nets avec ceux d'un parc restreint s'arrêtant à la digue B. Les TRI relatifs aux combinaisons de digues avec un parc restreint sont invariablement supérieurs aux taux des options proposant un parc étendu. Le taux inférieur des combinaisons avec un parc étendu est principalement imputable à la baisse des avantages pour la production maraîchère qui résulterait de l'extension du parc jusque dans la Zone II, conformément au décret proposé.

Si on prévoit d'aménager un parc restreint, il sera nécessaire de construire la digue B. Comme l'illustrent les options 15 et 17, le coût de construction de la digue B est largement compensé par les avantages qui s'ensuivent si l'on consacre la Zone II entièrement à la production maraîchère. La digue a deux fonctions importantes: elle sert de limite à un parc restreint et elle permet de contrôler l'inondation de la Zone II. Comme le met en valeur l'Option 14, les avantages de la maîtrise de la crue sont si élevés que les bénéfices de la digue B excèdent ses coûts même si la digue ne sert pas de limite à un parc restreint. La construction de la digue B se présente donc toujours comme un bon investissement et devrait être réalisée avec une route afin d'apporter des avantages appréciables en matière de transport entre la dune de Hagui et celle de Beret.

Cette analyse révèle d'autres conclusions générales à l'égard des combinaisons de digues et de routes. Outre la digue B, la digue D est toujours un bon investissement du fait de son faible coût et de deux catégories importantes d'avantages: l'accès du transport des dunes centrales à la dune littorale et le contrôle de l'inondation de la Zone II. La digue C est également une bonne possibilité d'investissement étant donné qu'elle permet d'assurer le contrôle de la crue dans la Zone V (région d'élevage). La digue n'exige pas la construction d'une route à moins de renoncer à la construction de la digue B aménagée d'une route, dans lequel cas il sera nécessaire d'établir une route sur la digue C afin de permettre l'accès à la route de la digue rive droite.

Le taux de rentabilité interne est un bon outil d'analyse, dans la comparaison des options de projet qui incluant le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta (Options 14 à 18), pour classer les options d'investissement -- à une exception possible: l'Option 17 enregistre un TRI inférieur à l'Option 15, mais une valeur actuelle nette supérieure. La VAN est supérieure étant donné que l'Option 17 est presque aussi efficace que l'Option 15 et qu'elle porte sur un projet plus vaste -- d'où le total plus élevé des bénéfices nets. Si les contraintes budgétaires tiennent une place importante dans les prises de décision en matière d'investissement, il convient alors de sélectionner l'option 15 en raison de son efficacité. Si on peut disposer de suffisamment de fonds sans ressentir de fortes contraintes budgétaires, il est alors bon de sélectionner l'option 17 étant donné qu'elle rapporte les bénéfices nets les plus considérables.

La sélection de la meilleure option est un processus qui exige un examen qui ne se limite pas à l'analyse quantitative actuellement présentée. Il importe de prendre en considération des facteurs qualitatifs non négligeables; par exemple, le total des avantages pour la société du parc national de Diaouling est probablement beaucoup plus important que les avantages touristiques ici présentés. Outre l'attrait esthétique du parc, le fait de préserver une région en interdisant y exploiter la production agricole et l'élevage peut entraîner des avantages écologiques et relatifs à la faune et la flore qui sont considérables. Un autre facteur qualitatif de poids réside dans la commodité de certaines options de route. L'avantage pour le transport de pouvoir réaliser une économie par tonne/kilomètre n'est peut-être pas suffisant pour compenser le coût de construction des routes sur les digues A et C (voir Options 16 et 18), mais l'avantage quantifiable peut s'avérer moins important que les avantages collectifs non quantifiables liés à l'établissement d'un réseau routier desservant les habitants de Beret, de Hamarma, de Ziré et de Sbeikha. Pour ceux qui résident dans la région de la dune de Hagui, par exemple, il peut être si peu pratique d'avoir à emprunter la digue B pour atteindre la route internationale qu'ils peuvent se sentir beaucoup moins motivés à produire des denrées pour les vendre en amont. Pareillement, les incitations à la production des habitants de la région de la dune de Beret peuvent être largement ébranlées

si le seul accès à la côte consiste à emprunter les digues B et D au lieu de la digue A.

Finalement, il n'est pas approprié d'évaluer uniquement les options de projet du point de vue de l'efficacité financière ou des avantages économiques quantifiables. Sur le plan de la politique officielle, il peut être d'extrême importance d'effectuer des transferts de ressources dans la région du bas delta si on considère que la qualité de la vie y est beaucoup moins convenable que dans d'autres parties du pays. Si c'est le cas, il peut alors être souhaitable de financer un projet plus onéreux, au lieu du projet le plus efficace, afin de répondre à l'objectif consistant à orienter la politique générale sur le transfert maximal de ressources.

Si l'on tient compte des facteurs mentionnés ci-dessus, de la différence relativement faible du TRI entre la meilleure option avec parc et les diverses options sans parc et de l'amélioration probable de la qualité de la vie si les grands projets sont préférés aux petits sur le plan qualitatif, la meilleure option est l'option 17. Ce projet englobe les coûts et les bénéfices de la construction du tronçon de la digue rive droite afin de permettre la création du parc national. La Zone II peut tirer le meilleur parti des avantages pour la production maraîchère du fait de la construction des digues A, B et D, le parc s'arrêtant à la digue B, et la digue C permet à la Zone V d'obtenir le maximum d'avantages en matière de production animale et laitière. Les habitants de la dune de Hagui peuvent accéder à la route internationale en empruntant la digue B et la dune de Beret.

4.2 Recommandations de projet

Il est évident qu'il existent plusieurs projets de développement réalisables sur les plans technique et économique dans la région du bas delta mauritanien. Cependant, le projet considéré comme le meilleur ne sera pas forcément celui qui enregistrera la VAN et le TRI les plus élevés. En effet, si l'on tient compte des limites inhérentes aux méthodes de prévision

et d'estimation économiques, l'analyse économique devrait servir uniquement à limiter les options de projet possibles aux quelques options les plus rentables et attirantes qui sont, pour des raisons pratiques, équivalentes ou presque sur le plan économique.

Les meilleures options du point de vue économique sont de nouveau citées au Tableau 4-2. Si on décide, pour des questions de politique générale, que tout projet réalisé doit inclure un parc, il est alors également nécessaire de construire la digue rive droite et le seul choix possible se situe au niveau des Options 5/17 et de l'Option 15. En d'autres termes, la décision qu'il faut prendre porte avant tout sur la construction de la digue A. Elle peut être construite immédiatement ou reportée à plus tard. Les avantages économiques liés à la construction de la digue A rehaussent la VAN du projet; mais c'est un ouvrage coûteux et il peut s'avérer prudent de retarder sa construction si on dispose de fonds d'investissement limités. D'un autre côté, la digue A n'assure pas un meilleur contrôle hydraulique de la Zone II. Etant donné l'importance de l'eau douce dans la Zone II pour la consommation et du gradient de salinité pour préserver la pêche estuarienne, il semble que pour des raisons d'environnement la digue A devrait être construite immédiatement.

Tableau 4-2
Options de projet les plus rentables

Description de projet ¹	Numéro d'option	Digue rive droite		Parc restreint	
		Oui	Non	Oui	Non
A B(R) C D(R)	5/17	X		X	
B(R) C D(R)	15	X		X	
A B(R) C(R) D(R)	11		X		X
B(R) C(R) D(R)	13		X		X

¹ Les Options 11 et 13 prévoient des routes sur berme, toutes les autres routes seront aménagées sur le haut des digues. Les Options 5/17 et 15 prévoient la construction du canal de Oualalane. Les digues C et D seront plus élevées dans le cadre des Options 11 et 13 que dans le cadre des Options 5/17 et 15.

Inversement, si on décide de ne pas construire la digue rive droite, l'aménagement d'un parc tel qu'il est actuellement envisagé est sujet à controverse étant donné que la Zone III sera constamment immergée. Il ne serait pas possible d'aménager un parc à moins de prévoir que les plaines d'inondation peu profondes constitueraient un parc avec des marécages d'eau douce. Cette idée de parc avec des marécages d'eau douce peut avoir un certain mérite mais est totalement différente de l'intention du projet de décret. En tout cas, il s'agit là d'une question de politique générale. Si cette question est résolue, le seul véritable choix porte encore une fois sur le fait de savoir si la digue A doit être construite ou s'il faut reporter sa construction. Les conditions environnementales examinées ci-dessus s'appliquent là encore au même contexte. Le rendement économique est probablement plus élevé si la digue A est construite; pourtant, les besoins en fonds pour couvrir les dépenses d'établissement sont également plus importants.

4.2.1 Projet avec la digue rive droite recommandée

Si la digue rive droite est construite, le projet recommandé est l'option 17, réalisée d'emblée ou en reportant la construction de la digue A. Le Tableau 4-3 récapitule les caractéristiques physiques de ce projet.

Tableau 4-3
Caractéristiques du projet (Option 17)

<u>Élément du projet</u>	<u>Longueur, en mètres</u>	<u>Hauteur, en mètres IGN</u>	<u>Volume m₃</u>	<u>Largeur de la route, en mètres</u>	<u>Nombre de vannes - taille, en mètres</u>
Digue A	5.957	2,25	67.800	-	2 - 1,0m x 2,5m 1 - 1,0m x 1,0m
Digue B	3.135	1,25	10.760	9,0	7 - 1,0m x 2,5m
Digue C	5.308	1,25	27.300	-	12 - 1,0m x 2,5m
Digue D	620	1,25	1.870	3,5	-

4.2.2 Projet recommandé sans la digue rive droite

Si la digue rive droite n'est pas construite, le projet recommandé est l'Option 11, réalisée d'emblée ou en reportant la construction de la digue A. Le Tableau 4-4 récapitule les caractéristiques physiques de ce projet.

Tableau 4-4

Caractéristiques du projet (Option 11)

<u>Elément du projet</u>	<u>Longueur, en mètres</u>	<u>Hauteur, en mètres IGN</u>	<u>Volume m₃</u>	<u>Largeur de la route, en mètres</u>	<u>Nombre de vannes - taille, en mètres</u>
Digue A	5.957	2,25	67.800	-	2 - 1,0m x 2,5m 1 - 1,0m x 1,0m
Digue B	4.890	3,1	131.900	10,6 (berme)	2 - 1,0m x 2,5m
Digue C	13.319	3,35	433.000	10,6 (berme)	2 - 1,0m x 2,5m
Digue D	620	1,25	1.870	3,5	-

4.3 Recommandations de mise en oeuvre

On ne peut fournir que des recommandations de mise en oeuvre d'ordre général tant que l'on ne sait pas si la digue rive droite sera construite comme prévu ou si elle sera orientée de façon à rejoindre les digues B et C et tant que l'on ne connaît pas le calendrier de construction de la digue rive droite. Cependant, il existe plusieurs similitudes d'ordre général entre la mise en oeuvre de l'Option 17 et de l'Option 11 qui valent la peine d'être examinées ci-dessous.

4.3.1 Besoins en fonds

Les besoins en fonds seront d'environ 15 pour cent plus élevés que les estimations de projet détaillées au Chapitre 3 en raison de l'inflation jusqu'à la mi-1986. Le total des coûts de projet est présenté afin de faire ressortir les fonds qu'il faudra déboursier à l'avance pour la construction.

Pour l'Option de projet 7, qui comprendra la construction de la digue A sans route, de la digue B surmontée d'une route de 9,0 mètre, de la digue C sans route, de la digue D surmontée d'une route de 3,5 mètres et du Canal de Oualalane, il faudra engager 400 millions UM (6,3 millions de dollars EU). Ce montant ne couvre pas la construction du Canal de Mreau ni l'amélioration de la capacité hydraulique de plusieurs des principaux marigots du delta. Ce montant pourra également augmenter ou baisser légèrement, en fonction de l'origine des matériaux qui serviront au revêtement des chaussées.

Pour l'Option 11, qui comprendra la construction de la digue A sans route, des digues B et C avec une route sur berme de 10,6 mètres et de la digue D surmontée d'une route de 3,5 mètres, il faudra engager 710 millions UM (11,2 millions de dollars EU). Etant donné que la Zone IV sera immergée, la construction des canaux de Oualalane et de Mreau ne sera pas nécessaire. Dans la Zone IV, il ne sera pas indispensable d'accroître la capacité des principaux marigots. Cette estimation des coûts ne porte pas sur l'amélioration des marigots qui se trouvent en dehors de la Zone IV. Ce montant pourra également augmenter ou baisser légèrement, en fonction de l'origine des matériaux qui serviront au revêtement des chaussées.

On constate que le second projet coûte 310 UM de plus que le premier; toutefois, on réalisera une économie de 780 millions UM puisqu'on ne construira pas le tronçon de la digue rive droite qui sera réalignée.

4.3.2 Besoins institutionnels

Trois institutions importantes seront probablement nécessaires pour la mise en oeuvre de l'un de ces deux projets. La première institution sera l'OMVS. Cette organisation sera chargée de la conception, de la construction et de l'exploitation des ouvrages ainsi que de la surveillance du delta. Il serait possible que le personnel de l'OMVS qui se trouve au réservoir de Diama soit responsable des activités citées ci-dessus puisqu'il travaillera déjà dans cette région.

Une autre institution sera chargée de la gestion du parc. Cette responsabilité pourrait incomber à un ministère du gouvernement mauritanien.

La troisième institution future importante devrait être l'université Gaston Berger qui se trouvera à proximité puisqu'elle doit être établie à Saint-Louis, ville adjacente au delta. La région du delta mise en valeur servira de laboratoire naturel pour l'étude de l'élevage, du maraîchage, de la pêche, de l'hydrologie et de l'hydraulique, de la foresterie et de la faune et la flore. L'université sera également en mesure de mettre ses compétences au profit de l'OMVS le cas échéant. Une partie des connaissances tirées de l'étude du delta pourra être appliquée à toute la vallée du fleuve Sénégal.

D'autres départements et ministères de la Mauritanie assumeront aussi divers rôles de mise en valeur et de gestion du delta qui seront liés à leurs responsabilités quotidiennes habituelles.

4.3.3 Un plan quinquennal

Il n'est pas possible d'élaborer un plan quinquennal détaillé tant qu'aucune décision n'est prise sur la digue rive droite. Les idées qui suivent sont présentées comme des généralités qui sont en quelque sorte indépendantes de la décision qui sera prise sur la digue rive droite. Le plan couvre la période mi-86 à mi-91 et inclut les activités essentielles qui se dérouleront pendant ce laps de temps.

4.3.3.1 Conception

La conception finale pourrait être réalisée entre la mi-86 et la mi-87. Il sera bon d'entreprendre plusieurs activités pendant cette période. Tout au début, il conviendra d'effectuer des reconnaissances géotechniques là où les vannes seront construites de même que le long de l'axe de la digue A qui aura finalement été décidé. Il est conseillé de déposer le remblai aux emplacements des vannes dans la période qui suivra immédiatement (voir Annexe D). Si la digue rive droite n'est pas construite dans la région du delta, il sera nécessaire de se procurer des matériaux d'emprunt supplémentaires pour la construction des digues. Il sera donc indispensable d'examiner de plus près les zones d'emprunt le long de l'axe de chaque digue. Il faudra également lever des plans plus détaillés sur la configuration et la coupe transversale des principaux marigots afin qu'on puisse déterminer le creusement nécessaire pour améliorer leur capacité hydraulique. Le volume réel du travail sur le terrain dépendra de l'option de projet qui sera sélectionnée. Il conviendra d'identifier des sites pour se procurer à la fois les matériaux de revêtement des chaussées et d'agrégat pour la fabrication du béton, puis de procéder à la sélection de la source. Les coquillages écrasés dont sont riches les abords de la côte du delta peuvent être utilisés pour la fabrication du béton; toutefois, il n'est pas sûr qu'ils reviennent moins cher.

Durant les derniers mois de cette période, il sera important de rédiger le dossier d'appel d'offres et de désigner un contractant. On ne pourra procéder à cette activité que lorsqu'une décision aura été prise sur la digue rive droite. Dans la mesure du possible, les travaux devraient démarrer d'ici novembre 1986, à condition qu'une décision ait été prise concernant la digue rive droite.

4.3.3.2 Construction

La construction d'un projet devra démarrer en novembre 1987 et se poursuivre jusqu'en juillet, procurant ainsi huit mois pour l'avancement des travaux. On ne pense pas que tous les travaux de construction pourront être achevés au bout de cette période de huit mois à moins d'appliquer un programme de construction fort énergique. De juillet à novembre, les travaux seront pratiquement arrêtés, à cause de la saison des pluies et ensuite du fait de la saison de crues. Les travaux reprendront donc en novembre 1988 pour s'achever au cours de la première moitié de 1989.

Etant donné que la période de remplai des fondations risque de déborder largement sur la période de construction, on ne pense pas que les ouvrages hydrauliques pourront être achevés au cours de cette période de huit mois. Durant la période de construction du projet, il faudra construire toutes les installations nécessaires pour le parc envisagé, notamment les campements, les bâtiments administratifs du parc et la clôture le cas échéant.

Outre les travaux réels de construction, il conviendra de déterminer la qualité et la salinité de l'eau de surface et des eaux souterraines de même que des points d'où il sera possible de surveiller le niveau de l'eau.

4.3.3.4 Exploitation

Si deux saisons de construction sont requises, l'option de projet sélectionnée ne pourra pas être opérationnelle avant la fin 1989. La première année d'exploitation se situera en 1989-1990 et la seconde année, 1990-1991, correspondra avec la fin du plan quinquennal. Il sera utile d'améliorer les règlements d'exploitation relatifs à la gestion des zones.

Durant cette période, l'OMVS devra apporter son concours sur le plan technique afin que les activités de jardinage et d'élevage puissent se développer au rythme escompté qui est présenté à l'Annexe F. La gestion de

la Zone II devra porter essentiellement sur l'alimentation en eau potable des habitants des villages côtiers, s'il s'avère possible de détourner de l'eau vers le delta. Si les ressources en eau sont insuffisantes pour satisfaire tous les besoins du delta, il sera alors nécessaire d'élaborer une méthode de répartition afin d'attribuer à peu près également les ressources en eau disponibles.

Pour le maraîchage, il conviendra d'encourager la plantation d'une végétation qui résiste au sel afin de pouvoir utiliser les eaux légèrement saumâtres et les sols salins. Pour la pêche, il sera important de promouvoir des techniques améliorées de protection et de stockage des poissons. Il sera bon d'encourager la plantation d'une végétation se proliférant rapidement afin de contrôler l'érosion due au vent et de stabiliser les dunes. Un petit centre de recherches écologiques pourra être établi soit dans les bâtiments administratifs du parc envisagé soit à l'université Gaston Berger.

4.3.3.5 Besoins en surveillance

Une fois que le projet deviendra opérationnel, la surveillance sera un des éléments les plus importants, notamment pendant les premières années. Il faudra surveiller la qualité et la salinité tant de l'eau de surface que des eaux souterraines pour la pêche et les autres usages de l'eau. Il importera également de surveiller de près le niveau de l'eau pour guider l'exploitation générale du projet. Durant la première année, la surveillance devra être soutenue, portant également sur des mesures météorologiques, afin de pouvoir élaborer un bilan hydrologique à la fin de l'année. Ce bilan devra permettre de mieux comprendre le delta et de perfectionner ainsi l'exploitation au cours de la seconde année et des suivantes. On élaborera un second budget hydrologique à la fin de la deuxième année. Les programmes de surveillance pourront aussi être modifiés afin d'améliorer la qualité et d'accroître le volume de certaines informations tout en éliminant les données inutiles rassemblées.

Pendant les toutes premières années, il sera important de surveiller avec soin l'utilisation de la terre pour l'élevage, le jardinage et d'autres fins afin de déterminer le meilleur usage que l'on peut tirer de chaque zone et de l'ensemble du delta. Finalement, la valeur de l'eau qui sera détournée vers le bas delta devra être réestimée par rapport à la valeur des usages de l'eau en amont qui sera libérée par le réservoir de Manantali.

LISTE DE REFERENCES

- Altenburg, W. et al 1982. Wintering Waders on the Banc d'Arguin: Mauritania. Report of the Netherlands Ornithological Mauritania Expedition: 1980. Communication Number 6 of the Weddon Sea Working Group.
- Audibert, M. 1970. Hydrogeologic Study of the Delta Zone from St. Louis to Richard Toll on the two banks.
- Audibert, M. et C. Filippi 1984, "Influence de la Retenue de Diama sur la nappe salée dans le delta du fleuve", Bureau de recherches géologiques et minières. Orléans, France.
- Bechtel Overseas Corporation 1976. Development of Irrigated Agriculture at Matam, Senegal. Feasibility Study for U.S. Agency for International Development.
- Centre expérimental de recherches et d'études pour l'équipement 1985. Essais d'identification et de compactage. Bas delta du fleuve Sénégal. Dossier: 85/3299-1. Dakar.
- Centre technique forestier tropical (no date). "Bibliography of Mauritania". France.
- Chaumeny, J.F. 1979. Utilisation des eaux du Sénégal (30 pages). FAO/UNDP reference: HY18.
- Coyne et Bellier 1977. "Etude d'exécution du barrage de Diama, Rapport de Phase 1, Vol. II, 8 annexes".
- Coyne et Bellier 1985. "Etude d'exécution des endiguements du barrage de Diama; endiguement rive droite: mémoire technique, estimation, plans".
- Daget, J. 1954. Mémoires de l'Institut français d'Afrique noire N°36. Les poissons du Niger supérieur.
- Daget, J. et A. Iltis (no date). Mémoires de l'Institut français d'Afrique noire. N°74. Les poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres).
- DeGeorges, P.A. 1984. "The Feasibility of an artificial estuary to promote the integrated management of renewable natural resources and the maintenance of their traditional exploitation in the bas delta, Mauritania". OMVG, Dakar.
- DeGeorges, P.A. 1985a. The Artificial Estuary and the Barrage de Kheune. Dakar.

- DeGeorges, P.A. 1985b. The Problem of Hypersalinity in the Casamance, Sine-Saloum and Senegal River Estuaries; its effects on local fisheries and the implications if hypersalinity becomes a problem in the Gambia River Basin as a result of development. OMVG, Dakar.
- DeGeorges, P.A., P. Sy, and C.O. Mbare 1985. Preliminary Observations on the Effects of the Barrage de Kheune on Fisheries in the Senegal River Estuary, November 17-22, 1984.
- Dugan, P. 1985. Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources. Letter from Patrick Dugan, Wetlands Officer, to Jean LeBloas, June 1985, AID, Dakar.
- Dupuy, A.R. 1972. Les parcs nationaux de la République du Sénégal.
- Fournier, O. et E. Smith (no date). Rapport de mission: Effets des aménagements hydro-agricoles du fleuve Sénégal sur l'écosystème du delta.
- Gac, J.Y. et A. Kane 1985. Les flux continentaux particuliers et dissous à l'embouchure du fleuve Sénégal (Station de St Louis). ORSTOM.
- Gac, J.Y., A. Kane, et al. 1985. L'invasion marine dans la Basse Vallée du fleuve Sénégal. ORSTOM.
- Gannett Fleming Corddry and Carpenter, Inc. 1980. "Assessment of environmental effects of proposed developments in the Senegal River Basin" for OMVS, financed by USAID (English): 1 synthesis final report: 14 partial reports for various sectors.
- Gannett Fleming Corddry and Carpenter, Inc. 1980. "Evaluation des effets sur l'environnement des aménagements prévus dans le bassin du fleuve Sénégal". Etude OMVS/USAID (français): 1 rapport de synthèse; 14 rapports partiels (par secteur).
- GERSAR 1980. Master Plan for Irrigation of the Senegal Valley. Right Bank, Mauritania. Prepared for the République Islamique de Mauritanie, SONADER (Société nationale pour le développement rural).
- GERSAR 1982. Right Bank Embankment of the Senegal River Delta, Senegal River Development Agency (OMVS), Mali-Mauritania-Senegal, Annex 1, Soil and Pasture Study.
- GERSAR 1983a. Etudes de réhabilitation de factibilité et d'avant-projets détaillés de périmètres d'irrigation sur la rive gauche du fleuve Sénégal. Prepared for the Republic of Senegal.
- GERSAR 1983b. Répercussion de la mise en eau du barrage de Diama sur les caractéristiques hydrauliques et chimiques de la nappe alluviale du Delta.

- Groupement d'études et de réalisation des sociétés d'aménagement régional, 1977. Evaluation Study of Diama Dam. a. Report b. Annex.
- Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux (IEMVT) 1966a. Elevage dans le bas delta mauritanien.
- IEMVT 1966b. "Etude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le delta du Sénégal, définition d'une politique de l'élevage", Tome 1, Description du milieu, Etude agrostologique n°15.
- IEMVT 1966c. "Etudes des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le delta du Sénégal, Définition d'une politique de l'élevage", Tome 11, Politique de l'élevage, Etude agrostologique n°15.
- IEMVT 1972. "Etude des pâturages naturels du Nord du Sénégal", Etude agrostologique n°34.
- IEMVT, G. Boudet 1976. Les pâturages sahéliens -- Les dangers de dégradation et les possibilités de régénération -- Principes de gestion améliorée des parcours sahéliens (Annexe 4).
- IEMVT 1984a. "Rapport d'activité d'année 1983".
- IEMVT 1984b. "Activities in Range Management and Animal Production Surveys in Tropical Regions".
- IEMVT 1984c. "Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères".
- IEMVT (no date). "Applied Veterinary and Animal Production Research".
- Institut du Sahel 1984, Liaison-Sahel: Bulletin de liaison semestriel des chercheurs du Sahel. N°2.
- Juton, M. and GERSAR 1982. Right Bank Embankment of the Senegal River Delta -- Final Report. English and French.
- Lapeyronie, A. et al 1975. Modifications dans l'exploitation des pâturages de décrue consécutives à l'aménagement du barrage du delata sur le fleuve Sénégal. IEMVT.
- Lebloas, J. 1984. Aménagement hydro-agricole de la plaine du Dirol: Avant-projet sommaire. USAID, Mission de Dakar.
- Lericollais, A. 1980. Agricultural Labor and Dry-Season Cultures in the Senegal Valley. ORSTOM.
- Lericollais, A. et Y. Diallo 1980. "Peuplement et culture de saison sèche dans la vallée du fleuve Sénégal".
- Mbare, M. and Prevost Y. 1984 and 1985. Missions to Mauritanian Delta (2 reports).

- Mutsaars, M. 1972. Le dessalement dans le delta du Sénégal, FAO/UNDP/OMVS report DR/11, 12.
- OERS and FAO 1973. "Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal".
- OMVS 1975. "Intensification de la production animale dans le delta et la basse vallée du Sénégal".
- OMVS 1980a. Indicative Programme for Hydro-Agricultural Development of the Senegal River Basin. 1981-1990 by OMVS, Office of the High Commissioner for: Fourth Conference of the Club of Sahel, Kuwait, 16-17 November 1980 and OMVS Donors' Conference, Dakar, 25-28 November, 1980.
- OMVS 1980b. Social Economic Study of the Senegal River Basin, General Report, Part E, Interpretation of Results and Recommendations in the Field of Rural Development. Provisional Edition.
- OMVS 1984a. "La digue rive droite et la mise en valeur du delta mauritanien", NVT/ER/DDC.
- OMVS 1984b. "Termes de référence de l'étude du Plan directeur d'aménagement du delta rive droite du fleuve Sénégal".
- OMVS 1985a. La digue rive droite: dossier du projet -- évaluation économique.
- OMVS 1985b. Evaluation économique de la digue rive droite.
- OMVS 1985c. L'ouvrage du Bell. Direction infrastructure régionale.
- OMVS/FAC et R. Kane 1974. "Approvisionnement en viandes de l'Afrique de l'Ouest, Synthèse de l'analyse, des prévisions et des propositions de l'étude". Paris.
- OMVS/FAC (no date). "Rapport technique final sur l'unité d'embouche expérimentale de Kaedi; l'Embouche Herberage".
- OMVS/FAO 1982. "Etude pédo-pastorale du delta rive droite".
- Prévost Y. 1984. "Rapport de la mission du 30 août-5 septembre 1984 dans le bas delta mauritanien". MDR, Direction de la protection de la nature.
- Prévost, Y. 1985. Rapport de mission dans le bas delta mauritanien du 12 au 16 novembre.
- Prévost, Y. (no date). "Avant-projet de plan d'aménagement de la réserve de Diaouling". MDR, Direction de la protection de la nature.
- Prévost, Y. (no date). The Diaouling Jawling Reserve Report.

Québedeaux, B. and L. Parks 1984. Vegetable Crop Development in Mauritania. Agricultural Administration (15) pages 133-156.

Reizer, C. (no date). "Les pêches continentales du fleuve Sénégal: environnement et impact des aménagements".

République Islamique de Mauritanie, Ministère du développement rural, Direction du génie rural. Financed by USAID with the cooperation of Checchi and Company, Louis Berger International, Inc. and Action Programs International 1980-1981. RAMS Project (Rural Assessment and Manpower Surveys)

- o Dryland Agriculture (1980)
- o Rural Income in Mauritania (1981)
- o The Public Sector: Organization and Operation of Rural Development Activities (1981)
- o Livestock Subsector Study (1980)
- o Agro-Ecological Zones of Mauritania
- o Sociological Profiles -- Black African Mauritania
- o Synthesis (1981)
- o Annotated Statistical Compendium, Volume 1 (1981)
- o Annotated Statistical Compendium, Volume 2 (1981)

République Islamique de Mauritanie, Ministère du développement rural (no date). "Projet RAMS, Mission d'études et d'évaluation du secteur rural des ressources humaines -- régénération de l'environnement du tiers Sud de la Mauritanie 088839.

République Islamique de Mauritanie, Ministère du développement rural, 1982. Rapport de la Commission technique chargée d'étudier les problèmes d'approvisionnement et la commercialisation des produits maraîchers.

République Islamique de Mauritanie, Ministère du développement rural, Direction du génie rural 1985a.

- o Mission des 26 et 27 mars 1985.
- o Note technique, mars 1985.
- o Rapport de Mohamad Mahmoud Ould Dachi, mars 1985.
- o Compte rendu de mission, février 1985.

République Islamique de Mauritanie, Ministère du développement rural, 1985b. Décret portant création du Parc national de Diawling (Jawling).

République Islamique de Mauritanie, Ministère de l'hydraulique et de l'énergie 1985. Rapport de mission dans le département de Keur Massene.

République Islamique de Mauritanie, Ministère de l'hydraulique et de l'habitat, Direction de l'hydraulique (no date). Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest. Programme d'hydraulique villageoise et pastorale: enquête villageoise ressources/besoins.

République Islamique de Mauritanie 1981. Carte des unités agrophysiques de la Mauritanie, un projet conjoint du gouvernement de la République

Islamique de Mauritanie et du Gouvernement des Etats-Unis d'Amérique, préparée sous l'égide de la Direction de la gestion des ressources renouvelables.

- République du Sénégal 1983. Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des écosystèmes pastoraux sahéliens: application au développement. Ministère de la recherche scientifique et technique, Institut sénégalais de recherches agricoles, Laboratoire national de l'élevage et de recherches vétérinaires. Actes du colloque tenu à Dakar, 16-18 novembre 1983.
- Rochette, C. 1974. Le bassin du fleuve Sénégal, Monographies hydrologiques. ORSTOM.
- Scheffers, W. J. et al. 1972. Etude de *Ethmalosa Fimbriata* dans la région sénégalienne. Première note: Reproduction et lieux de ponte dans le fleuve Sénégal et la région de Saint Louis, FAO/ORSTOM/Centre technique forestier tropical.
- Scheffers, W. J. and F. Conard 1976. A Study on *Ethmalosa Fimbriata* in the Senegambian Region. Third note: The Biology of the *Ethmalosa* in the Gambian Waters FAO/ORSTOM. Document scientifique N°59.
- Seck, S. 1985. Quelques aspects démographiques et socio-économiques à prendre en considération dans l'aménagement du delta rive droite. OMVS.
- SEDAGRI/FAO 1973. Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal. Etude pédologique OMVS. (Résumé et conclusions générales, 17 p. plus 3 cartes d'aptitudes culturelles des terres à l'échelle 1:50.000.)
- SEDES 1976a. "Etude socio-économique de l'élevage dans le delta et la basse vallée du fleuve Sénégal, première partie, Aspects techniques et économiques".
- SEDES 1976b. "Etude socio-économique de l'élevage dans le delta et la basse vallée du fleuve Sénégal, deuxième partie".
- SENEGAL-CONSULT 1970. Feasibility Study for the Regulation of the Senegal River: Design of a System of Water Management Planning in the Upper Senegal River Catchment. Volume 3A-Hydrology. Prepared for the United Nations.
- SOGREAH 1975. Aménagement de l'Aftout-es-Sahel: étude de préfaisabilité -- rapport général.
- SOGREAH 1977-1978. Des études détaillées pour l'exécution du barrage de Diama (3 rapports).
- SOGREAH 1980. Aménagement de l'Aftout-es-Sahel: Etude d'évaluation.

SOGREAH 1975, 1980-1982. Aménagement de l'Aftout-es-Sahel. Rapport général et neuf annexes.

SOGREAH 1980. Aménagement de l'Aftout-es-Sahel: Exécution des ouvrages d'infrastructure, étude d'évaluation. Préparée pour la République Islamique de Mauritanie et la République française.

SOGREAH, Coyne et Bellier, BCEOM 1976. "Etude d'exécution du barrage de Diama -- rapport géotechnique". Rapport de Phase 1 a-h.

SOGREAH et BCEOM 1976. Etude d'exécution du barrage de Diama, Rapport de Phase 1, reconnaissances, digues rive droite.

SOGREAH, Coyne et Bellier et BCEOM 1977a. Etude d'exécution du barrage de Diama, Rapport de Phase 1, Volume II, Annexe 3, Rapport géotechnique, barrage principal.

SOGREAH, Coyne et Bellier et BCEOM 1977b. Etude d'exécution du barrage de Diama, Rapport de Phase 1, Volume II, Annexe 8, Origine et mise en oeuvre des matériaux.

SOGREAH, Coyne et Bellier, BCEOM 1977c. Etude d'exécution du barrage de Diama (Phase I, 2 volumes).

SOGREAH, Coyne & Bellier et BCEOM 1978a. Etude d'exécution du barrage de Diama, Rapport de Phase II, Dossier technique, Mémoire, Etude routière.

SOGREAH, Coyne et Bellier et BCEOM 1978b. "Etude d'exécution du barrage de Diama, Appel d'offres de génie civil", Pièces III, IV, V, VI.

SOGREAH, Coyne et Bellier 1982. Barrage de Diama.

SOGREAH, Coyne et Bellier 1985. Etude d'exécution des endiguements du barrage de Diama: endiguement rive droite, mémoire technique.

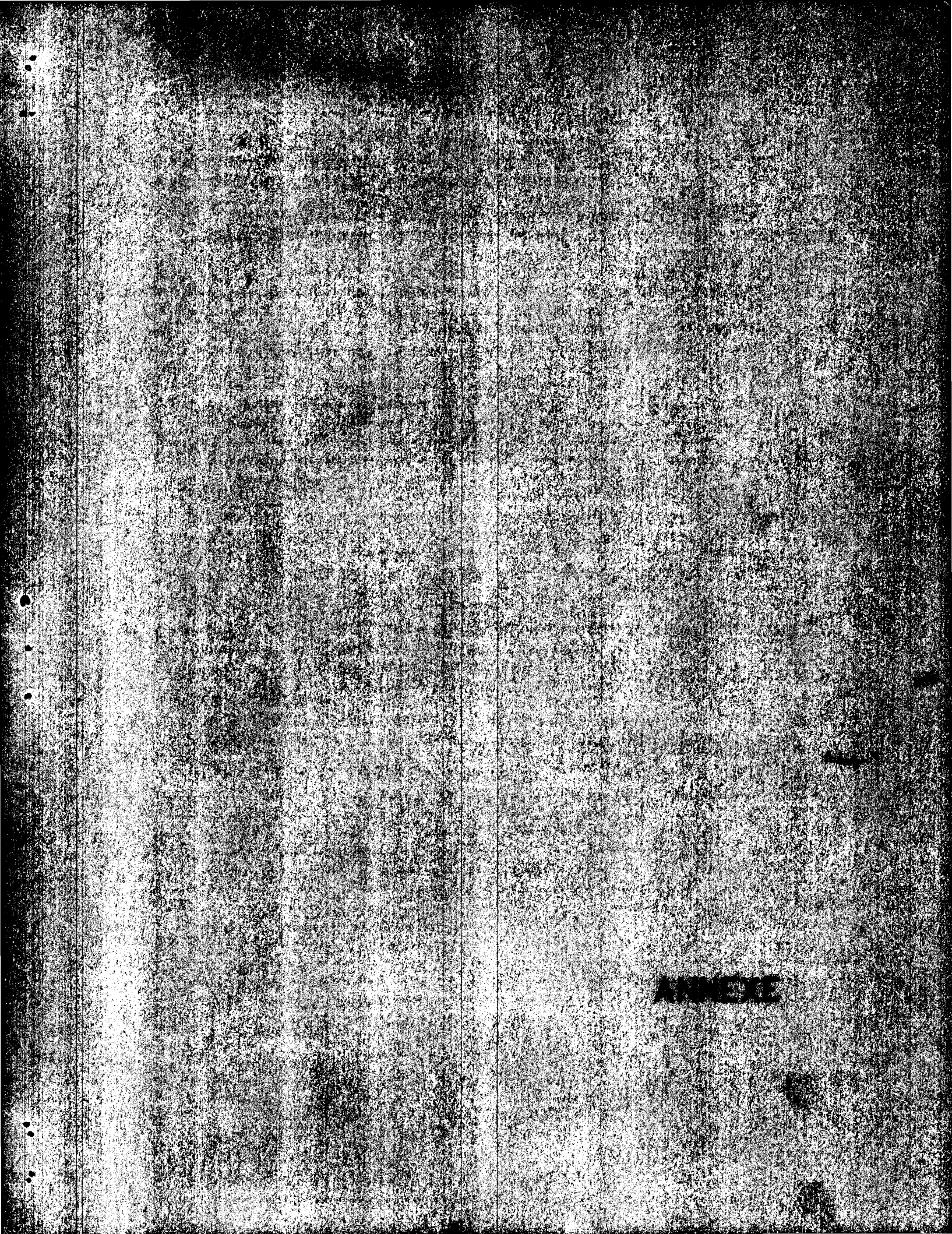
Société pour la promotion de la pêche artisanale en Mauritanie (SPPAM), République Islamique de Mauritanie. Projet de développement de la pêche artisanale pour la couverture des besoins des populations en poisson de mer.

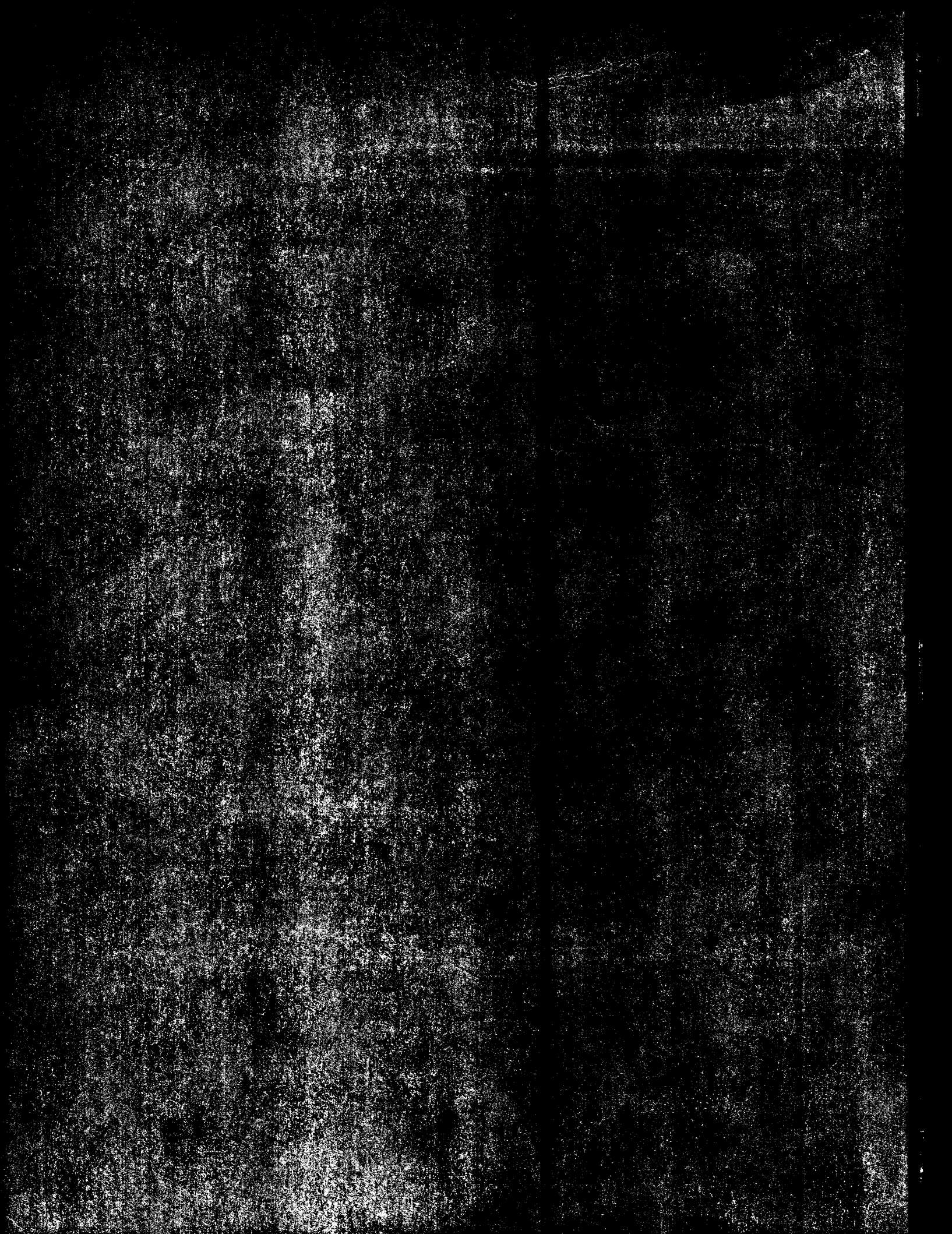
Tidiane, D. et al 1985. Rapport de missions dans le bas delta mauritanien. Avril-mai 1985. République Islamique de Mauritanie, Ministère de l'équipement et des transports, Ministère du développement rural.

UNDP/UNDP/FAO 1975. Etude hydro-agricole du bassin du fleuve Sénégal, OMVS, Carte pédologique et géomorphologique de la vallée et du delta du Sénégal.

Université de Dakar 1975. "Bulletin de l'Institut fondamental d'Afrique noire". Série B Sciences humaines.

- University of Michigan 1983. Material towards an Illustrated Key to the Fishes of the Gambian River and Estuary. Sponsored by USAID/OMVG. U.S. Agency for International Development 1981a. Land Tenure in Mauritania, USAID Project Paper (N°625-0937). Accelerated Impact Program.
- U.S. Agency for International Development 1981b. Mauritania, Country Development Strategy Statement, FY 83.
- U.S. Agency for International Development 1983. Agricultural Research II Project (OMVS) (625-0957) Project Paper.
- U.S. Agency for International Development 1984. Aménagement hydro-agricole de la plaine du Dirol: avant-projet sommaire. Préparé pour la République Islamique de Mauritanie.
- U.S. Agency for International Development (no date). Mauritania Rural Roads Development Project, Paper 682-0214.
- USAID/Remote Sensing Institute (South Dakota State University) 1982. "Inventory of the Natural Resources of the Southwest Portion of Mauritania".
- U.S. Agency for International Development 1985. Aquatic Ecology and Gambia River Basin Development. Prepared by University of Michigan. Reports on terrestrial ecology and water related diseases.
- World Bank 1974. The Current Economic Situation and Prospects of Mauritania. World Bank Report N°243-MAU.
- World Bank 1976. Social Cost-Benefit Analysis: A Guide for Country and Project Economists to the Derivation and Application of Economic and Social Accounting Prices. World Bank Staff Working Paper N°239.
- World Bank 1979. République Islamique de Mauritanie, Recent Economic Developments and External Capital Requirements. World Bank Report N°2479a-MAU.





ANNEXE A

ASPECTS SOCIOECONOMIQUES

En octobre 1985, lorsque cette enquête a été réalisée, il existait 25 villages et campements habités dans la zone du projet à l'intérieur du bas delta mauritanien. Les habitants de ces villages et campements, dont les noms sont indiqués au Tableau A-1, constitueront la population la plus concernée par le projet proposé.

A.1 Population

Seck (1985) dresse une liste de 22 villages et campements dans la zone du projet pour lesquels il est capable de fournir des statistiques basées sur le recensement administratif de 1971-72 d'ORSTOM. La comparaison qu'il a faite de ces chiffres avec les chiffres officiels du recensement national de 1976-77 est présentée au Tableau A-1.

Le recensement national de 1976-77, cependant, s'est basé sur une liste qui ne comprenait que les villages établis du delta. Il n'a pas compté les éleveurs. Le chiffre de 4.637 représente 53 pour cent de la population sédentaire, s'élevant à 8.772, du département de Keur Macène. Pour calculer la population globale de la zone du projet en 1977, il est nécessaire d'ajouter le chiffre qui correspond à la proportion de la population pastorale qui habite dans la zone. A l'époque, une population nomade de 12.789 personnes a été inscrite pour tout le département de Keur Macène. Le nombre de nomades habitant à l'intérieur de la zone du projet en 1977 était bien inférieur aux 53 pour cent de la population nomade du département de Keur Macène. Les meilleures zones pastorales du département se trouvent au nord et à l'est du delta.

Par ailleurs, depuis une quinzaine d'années il existe une forte tendance à la sédentarisation nomade dans le delta. Il convient donc d'utiliser une autre méthode pour estimer la population du delta.

Tableau A.1
Villages et campements dans le delta mauritanien

<u>Site</u>	<u>Population en 1971</u>	<u>Population en 1977</u>
Zone de dune intérieure		
Beret (2 sites)	881	675
Ziré	1.084	242
Lakhroud	282	
Total de la zone	2.247	917
Zone de dune littorale		
Tweikitt (2 sites)		77
Khahra	372	189
Mdeidina	748	264
Meftah el Kheiel	123	93
Njemmer	77	112
Dar el Salam	203	122
Sbeikha	703	83
Bayti	48	
Total de la zone	2.274	940
Zone estuarienne		
Conk (2 sites)	106	119
Jaos (2 sites)	735	647
Mboyo (2 sites)	244	254
Ebdin	314	178
Ndiago	1.362	1.582
Gad Mbarka	187	
Sal Sal	20	
Total de la zone	2.968	2.780
Population globale (3 zones)	7.489	4.637

A.1.1 Taux de croissance de la population

Compte tenu du fait que le recensement de 1977 n'a pas englobé la population nomade de la zone, une analyse des taux de croissance démographique doit se baser sur la comparaison des chiffres du recensement administratif de 1971 avec ceux de 1984. Le Tableau A-2 présente les chiffres se référant aux localités pour lesquelles sont disponibles les données comparatives.

Tableau A-2
Croissance de la population dans certaines localités, 1971-1984

<u>Localité</u>	<u>Population</u>		<u>Taux de croissance annuel (%)</u>
	<u>1971</u>	<u>1984</u>	
Ziré	1.084	1.400	2,0
Sbeikha	703	350	-5,2
Dar el Salam	203	302	3,1
Mdeidina	748	1.158	3,4
Beret	881	1.269	2,85
Ebdin	314	454	2,85
Ndiago	1.362	2.503	4,8
Mboyo	244	406	4,0
Jaos	735	1.073	2,95
Conk	106	170	3,7
Moyenne	638	908	2,75

L'étude de RAMS (1980) établit un taux de croissance annuel de 2,2 pour cent pour toute la Mauritanie. Le chiffre de 2,75 pour cent établi ici est donc un peu plus élevé que le taux de croissance national et, pareillement, un peu élevé pour l'Afrique en général. Trois explications possibles se présentent. Premièrement, il existe sans doute des incohérences entre les méthodologies des deux recensements effectués à un intervalle de quatorze ans. Deuxièmement, on a constaté un mouvement à grande échelle vers la sédentarisation des éleveurs, dû en grande partie aux difficultés liées au maintien de l'économie pastorale dans les conditions écologiques des quinze dernières années. Finalement, le delta constitue un excellent point de départ pour le commerce avec le Sénégal, ce qui est devenu une activité importante dans bon nombre de villages, en particulier ceux qui se situent

le long du fleuve Sénégal. A présent il existe peu de véritables éleveurs nomades dans la zone. Ironiquement, ceci peut se traduire non pas par une baisse de la population locale mais plutôt par une croissance de la population au niveau des villages le long du fleuve. C'est dans ces villages que le taux de croissance serait le plus accéléré, vu leur proximité par rapport au Sénégal. Ils sont plus fortement représentés dans l'échantillon pour lequel sont disponibles les données démographiques comparatives.

Dans l'hypothèse où le taux de croissance annuel de 2,75 pour cent pour les dix localités citées au Tableau A.2 est en fait représentatif, et où les projets de développement continueront d'attirer des gens vers la zone, le Tableau A-3 projette la croissance de la population dans la zone jusqu'à l'an 2000. La population actuelle de la zone est estimée à 10.949 personnes.

Tableau A-3

Population de la zone du projet de 1971 à 2000
(à un taux de croissance annuel de 2,75 pour cent)

<u>Année</u>	<u>Zone de</u> <u>dune intérieure</u>	<u>Zone de</u> <u>dune littorale</u>	<u>Zone</u> <u>estuarienne</u>	<u>Total</u>
1971	2.247	2.274	2.968	7.489
1975	2.504	2.535	3.308	8.347
1980	2.868	2.903	3.789	9.560
1985	3.285	3.325	4.339	10.949
1990	3.762	3.808	4.970	12.540
1995	4.309	4.361	5.692	14.362
2000	4.935	4.994	6.519	16.448

A.1.2 Répartition ethnique

La population de la zone est composée presque exclusivement de trois groupes ethniques.

Les Wolofs sont concentrés dans les villages de la zone estuarienne. Ce sont surtout des pêcheurs commerciaux mais certains font de l'agriculture également.

Il existe quelques villages et campements Maures qui sont soit indépendants, soit jumelés aux villages Wolofs de la zone estuarienne. Les Maures constituent la plupart de la population dans les zones de dune littorale et de dune intérieure. Ils ont surtout une ascendance Haratin ou Serf. Auparavant, leur économie s'est basée sur l'élevage. Très peu d'entre eux ont pu continuer à pratiquer principalement l'élevage. Un grand nombre travaillent maintenant dans le commerce ou cultivent des légumes de saison sèche.

Les Foulbés constituent une population minoritaire dans les zones Wolofs et Maures. Ils vivent dans de petits campements, souvent à côté d'un village Wolof ou Maure plus important. Comme les Maures, ils ont abandonné l'élevage dans une large mesure, en tant qu'activité économique principale, et s'adonnent désormais aux cultures maraîchères de saison sèche. Les propriétaires de bétail, cependant, qu'ils soient Wolofs, Foulbés ou Maures, ont tendance à engager de jeunes Foulbés pour garder leurs animaux qui ont survécu.

La répartition ethnique indiquée au Tableau A-4 a été établie en identifiant les sites qui figurent sur la liste des villages par groupe ethnique et en supposant que la population entière de chaque site est ethniquement homogène.

Tableau A-4

Répartition ethnique de la population
du bas delta mauritanien en 1985 (estimation)

	<u>Zone</u>	<u>Wolofs</u>	<u>Maures</u>	<u>Foulbés</u>	<u>Total</u>
Pourcentage de la population globale	Dune intérieure	0	92	8	100
	Dune littorale	15	80	5	100
	Estuarienne	72	24	4	100
	Delta entier	33	61	6	100
Nombres absolus	Dune intérieure	0	3.022	263	3.285
	Dune littorale	499	2.660	166	3.325
	Estuarienne	3.124	1.041	174	4.339
	Total	3.623	6.723	603	10.949

A.1.3 Pyramides âge-sexe

Le village de Ndiago regroupe près d'un quart de toute la population du delta. La population de Ndiago est presque entièrement Wolof. La pyramide âge-sexe de Ndiago, indiquée à la Figure A-1, est basée sur une classification des données du recensement administratif de décembre 1984. Le recensement note 332 familles dans le village, soit une population totale de 2.503. Chaque famille ou ménage est donc composé de 7,54 personnes en moyenne. La répartition par sexe de Ndiago est de 50,9 pour cent de personnes du sexe féminin et de 49,1 pour cent de personnes du sexe masculin.

La pyramide âge-sexe de Mdeidina, indiquée à la Figure A-2, se fonde également sur les données du recensement administratif de 1984. La qualité des données est moins bonne que dans le cas de Ndiago. Il existe 224 familles à Mdeidina. Dans un échantillon de 64 familles, on a trouvé 305 personnes au total, soit 4,77 personnes par famille ou par ménage. L'échantillon de Mdeidina est composé de 49,5 pour cent de personnes du sexe masculin et de 50,5 pour cent de personnes du sexe féminin.

Date de Naissance
Date of Birth

Personnes du
Sexe Masculin
Males

Personnes du
Sexe Feminin
Females

avant 1900
before 1900

2

0

1900-1904

4

3

1905-1909

3

4

1910-1914

14

8

1915-1919

15

8

1920-1924

15

20

1925-1929

19

17

1930-1934

30

30

1935-1939

26

31

1940-1944

31

30

1945-1949

36

48

1950-1954

61

59

1955-1959

72

92

1960-1964

101

108

1965-1969

116

151

1970-1974

171

156

1975-1979

238

236

1980-1985

276

272

TOTAL

1,230

1,273

Prepared by:

GANNETT FLEMING ENVIRONMENTAL ENGINEERS, INC.

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIE

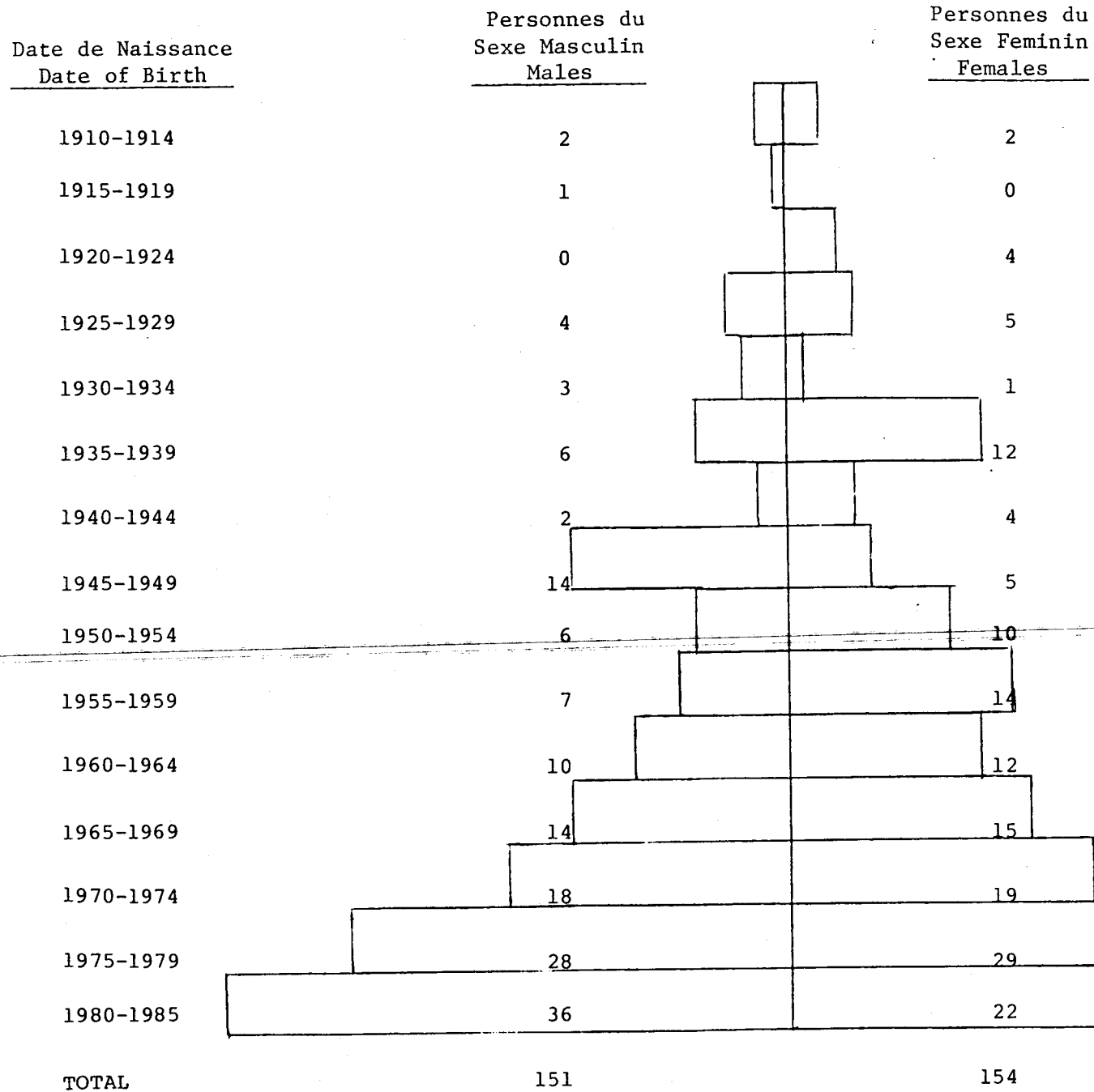
PYRAMIDE AGE-SEXE
DE NDIAGO

AGE-SEX PYRAMID: NDIAGO
US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
DAKAR, SENEGAL 1986

FIGURE A-1

Source: Recensement administratif
de 1984

Source: 1984 administrative census



ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
 CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
 DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN
 PYRAMIDE AGE-SEXE
 DE MDEIDINA
 AGE-SEX PYRAMID: MDEIDINA
 US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
 DAKAR, SENEGAL 1986

FIGURE A-2

Source: Recensement administratif
 de 1984

Source: 1984 administrative census

Il existe deux manières d'expliquer la différence considérable entre la taille de la famille moyenne à Ndiago et à Mdeidina. Dans une certaine mesure on peut attribuer cette différence au fait d'avoir inscrit seulement les membres de la famille qui étaient présents au moment du recensement. A n'importe quelle époque, bon nombre des personnes du sexe masculin de Mdeidina sont absentes, occupées à tenir des épiceries éparpillées à travers tout le Sénégal. Par exemple, 18 ménages sur 64 dans l'échantillon de Mdeidina avaient, comme chef de famille, une femme. Il est probable qu'entre 10 et 12 de ces femmes avaient un mari absent. Vraisemblablement, pas plus de 6 à 8 d'entre elles sont veuves ou divorcées.

La seconde explication de la disparité entre la taille moyenne des familles se situe au niveau des différences ethniques. La plupart de la population de Mdeidina est Maure. En général, les ménages Wolofs ont tendance à être plus nombreux que les ménages Maures du fait que le chef de famille Wolof prend souvent deux femmes. Les Maures, par contre, sont monogames. Les pyramides âge-sexe montrent également que l'espérance de vie des Wolofs dépasse celle des Maures. Il existe donc une meilleure probabilité de trouver un vieux parent attaché à un ménage Wolof qu'à un ménage Maure.

A.1.4 Exode rural

Des enquêtes approfondies ont été effectuées par le consultant dans 20 familles du delta: 6 familles à Beret, dans la zone de dune intérieure; 6 à Sbeikha/Khaya, dans la zone de dune littorale; et 8 à Ndiago, dans la zone estuarienne. Le Tableau A-5 présente le taux d'exode rural parmi les adultes du sexe masculin de ces familles, en considérant toute personne née en 1969 ou avant comme un adulte.

Tableau A-5

Exode rural parmi la population masculine dans le bas delta mauritanien

<u>Site</u>	<u>Nombre de familles interrogées</u>	<u>Nombre de membres au total</u>	<u>Nombre d'adultes masc</u>	<u>Nombre d'abs masc</u>	<u>Pourcentage d'absentéistes masculins</u>
Beret	6	67	22	9	40,9
Sbeikha/Khaya	6	49	13	4	30,8
Ndiago	8	104	25	10	40,0
Total	20	220	60	23	38,3

Le haut niveau d'exode rural parmi la population masculine à Beret, dans la zone de dune intérieure, est dû au haut niveau de participation au commerce sénégalais. En revanche, les mâles de Ndiago, dans la zone estuarienne, partent souvent aux lieux de pêche au large de Nouakchott et de Nouadhibou. Les hommes de Sbeikha/Khaya, dans la zone de dune littorale, participent également au commerce sénégalais, mais la production maraîchère de saison sèche leur rapporte suffisamment de revenus pour réduire sensiblement leur taux d'exode rural.

A.1.5 Taille de la population active

Le Tableau A-6 présente la composition de la population active de Ndiago et de l'échantillon de Mdeidina, répartie en hommes et en femmes nés entre 1925 et 1969. Ces données indiquent une population active projetée dans le delta de 5.000 personnes environ.

Tableau A-6

Population active du delta mauritanien en 1985 (estimation)

	<u>Ndiago</u>	<u>Mdeidina</u>	<u>Delta</u> (estimation)
Hommes			
Pourcentage de la population totale	49,1	49,5	49,3
Nombre d'hommes	1.230	151	5.398
Pourcentage qui fait partie de la population active	40	43,7	42,4
Nombre dans la population active	492	66	2.291
Pourcentage de la population active totale			46,1
Femmes			
Pourcentage de la population totale	50,9	50,5	50,7
Nombre de femmes	1.273	154	5.551
Pourcentage qui fait partie de la population active	44,5	50,6	48,3
Nombre dans la population active	566	78	2.681
Pourcentage de la population active totale			53,9
Total			
Population totale	2.503	305	10.949
Pourcentage qui fait partie de la population active	42,3	47,2	45,4
Nombre dans la population active	1.058	144	4.972

A.1.6 Répartition par métiers

Le Tableau A-7 présente une classification des activités professionnelles déclarées par les chefs de ménage de Ndiago et de l'échantillon de Mdeidina lors du recensement administratif de 1984. Cette répartition élimine les fonctionnaires, les ouvriers professionnels et les chefs de ménage ayant dépassé l'âge de la retraite. Elle retient les deux tiers des ménages dont le chef est une femme dans l'hypothèse où ils ont en réalité un chef de ménage masculin qui était absent pour des raisons de commerce à l'époque du recensement.

Tableau A-7

Répartition par métiers à Ndiago et à Mdeidina

	<u>Pêche</u>	<u>Elevage</u>	<u>Commerce</u>	<u>Agriculture</u>	<u>Total</u>
Ndiago					
Nombre	181	0	41	34	256
Pourcentage	70,7	0	16,0	13,3	100
Mdeidina					
Nombre	2	7	12	23	44
Pourcentage	4,5	15,9	27,3	52,3	100

En ce qui concerne la population active masculine du delta entier, la répartition professionnelle projetée repose sur l'hypothèse que les personnes du sexe masculin de la famille ont tendance à suivre l'activité professionnelle de leur père. Cette répartition ne tient pas compte de l'activité professionnelle des femmes. Pourtant, celles-ci peuvent jouer un rôle économique important dans la région en tant que fabricantes d'objets en cuir, de paniers et de poterie. Certaines reçoivent des revenus très considérables grâce à ce travail artisanal. Les projections présentées au Tableau A-8 se basent également sur l'hypothèse que le profil professionnel de la population active mâle de Ndiago s'applique aussi à tout le reste de la zone estuarienne. Pareillement, on suppose que le profil professionnel de l'échantillon de Mdeidina s'applique au reste de la zone de dune littorale et que le profil professionnel de la zone de dune intérieure reflète le profil de la dune littorale, avec un taux d'exode rural supérieur à raison de 25 pour cent, imputable au commerce, comme l'a indiqué le Tableau A-5, et, de ce fait, une réduction correspondante au niveau de l'agriculture.

Tableau A-8

Répartition professionnelle du delta

<u>Zone</u>	<u>Estuarienne</u>	<u>Dune littorale</u>	<u>Dune intérieure</u>	<u>Total</u>	<u>Pourcentage du total</u>
Population	4.339	3.325	3.285	10.949	
Pop. active masculine	852	719	711	2.282	100,0
Nombre de pêcheurs	603	32	32	667	29,2
Nombre de cultivateurs	113	376	194	683	30,0
Nombre de commerçants	136	196	372	704	30,8
Nombre d'éleveurs	0	115	113	228	10,0

La population active est donc divisée presque également en pêcheurs, en cultivateurs et en commerçants. Les éleveurs constituent une petite minorité à présent. Ceci reflète, cependant, les problèmes écologiques des quinze dernières années. Les gens ont tendance à changer de métier selon leur estimation des rendements comparatifs. Une question se pose concernant les incidences de la dispersion du camp de travail à Diama sur la population active du delta mauritanien. Il se peut que l'impact sera négligeable. Les ouvriers du camp sont déjà largement dispersés. Il n'en restait que 100 à la fin de 1985. Eux aussi seront partis avant le début des activités d'aménagement du delta.

A.2 Le secteur de l'élevageA.2.1 Aperçu

L'importance de l'élevage a beaucoup diminué depuis une décennie environ. Une enquête effectuée en 1982 par le Programme hydraulique villageois et pastoral du Ministère de l'hydraulique et de l'habitat de la Mauritanie établit les estimations suivantes concernant la composition des troupeaux dans les villages du delta.

Tableau A-9

Composition des troupeaux dans certains villages du delta, 1982
(estimation)

<u>Village</u>	<u>Bovins</u>	<u>Petits ruminants</u>	<u>Chameaux</u>
Ziré	50	300	0
Ebdin	310	700	0
Mdeidina	300	500	0
Beret	100	200	0
Total	750	1.700	0

En extrapolant les chiffres du Tableau A-9, on peut estimer que, en 1982, la population du delta possédait approximativement 1.964 bovins et 4.393 ovins et caprins.

Il est difficile d'estimer ce qui s'est produit depuis cette époque. Pendant les sécheresses de 1983 et de 1984, de nombreuses personnes dans le delta ont utilisé leurs revenus en espèces pour acheter du bétail auprès des éleveurs à un prix très faible. On ignore le nombre de têtes de bétail qui sont arrivées de l'extérieur. A la fin de la saison des pluies de 1985, les ménages interrogés par l'équipe socioéconomique avaient perdu les deux tiers environ de leurs animaux.

Le petit bétail est gardé pour la plupart dans le village. Les propriétaires de bovins engagent des éleveurs pour conduire leurs animaux à la recherche de pâturages. Mais, à présent, très peu de personnes dans le delta déplacent leurs familles avec leurs animaux.

Outre les troupeaux appartenant aux habitants locaux, le delta reçoit à certaines saisons un grand nombre d'animaux en provenance des alentours de Mderdra et de Boutilimit plus au nord dans la région de Trarza. Il n'est pas possible d'estimer les effectifs.

A.2.2 Population active du delta engagée dans l'élevage

Les effectifs des troupeaux et la population active engagée dans l'élevage ont diminué au même rythme. Comme l'a indiqué le Tableau A-8, l'élevage constitue actuellement l'activité économique principale de 10 pour cent seulement de la population active masculine adulte du delta. Autrement dit, il n'existe que 226 éleveurs professionnels qui habitent dans le delta. Ceci exclut, bien entendu, les éleveurs qui arrivent du nord à certaines saisons.

Les cultures maraîchères de saison sèche, en particulier les oignons, ont affaibli sensiblement l'économie de l'élevage dans la zone de dune littorale. La culture de légumes destinés au marché n'a vraiment commencé dans la zone qu'après la sécheresse de 1972-73. A présent, même les Foulbés de la zone consacrent la plupart de leurs ressources aux cultures.

Par contraste, depuis le milieu des années 60, les habitants de la zone de dune intérieure ont progressivement abandonné l'élevage en faveur du commerce. A Beret, par exemple, on ne voit plus de tentes. Les habitants n'acceptent plus de se déplacer avec leurs troupeaux. Tous les logements sont en pisé (adobe) ou en blocs de béton. La première maison permanente a été construite en 1964-65. Les habitants de Beret engagent des Foulbés d'un campement voisin pour garder le bétail du village. Les Foulbés eux-mêmes s'intéressent de plus en plus aux cultures maraîchères, bien que la base de ressources de la dune intérieure ne permette pas un grand volume horticole à ce stade.

A.2.3 Possibilités de développement de l'élevage dans le delta

En général, les pâturages en Mauritanie sont ouverts aux troupeaux et les éleveurs décident des meilleures ressources à exploiter à un moment donné. Par conséquent, pendant les périodes de pointe il existe une tendance à rassembler les troupeaux dans les mêmes zones, entraînant le surpâturage des rares ressources.

En temps normal, chaque groupe a tendance à exploiter chaque année les mêmes pâturages. Le poids de cet emploi habituel suffit à lui donner un certain droit de propriétaire sur les pâturages exploités. En conséquence, même si, à long terme, ce n'est pas dans son intérêt d'exclure d'autres groupes qui veulent utiliser les pâturages, il se produit souvent des tensions, en particulier pendant la période où les autres ressources sont rares.

Les conflits au sujet des droits fonciers seront plus susceptibles de se multiplier en Zone V (voir la Figure 2-1) si les terres peuvent être mises en culture grâce à l'apport d'eau douce. Au Sahel, l'agriculture établie fait preuve d'une tendance prononcée à incorporer les pâturages. Les lois de réforme foncière promulguées en Mauritanie en 1983 et en 1984 autorisent le gouvernement à reconnaître ou à ne pas reconnaître les attributions de terres en zone rurale. Si les programmes de développement réussissent, le gouvernement devra résoudre le conflit entre les éleveurs et les cultivateurs de Zone V dans le cadre du nouveau régime foncier.

Le bénéfice net apporté à l'économie pastorale par l'aménagement du delta proviendra de l'emploi du débit excédentaire du fleuve Sénégal pour augmenter la production fourragère en Zone V. On envisage que la Zone V sera inondée à une hauteur de 0,5 mètre seulement. Un niveau supérieur réunirait les eaux de la dépression de Tichilitt et celles du Chott Boul. Les cartes topographiques à une échelle de 1 à 20.000 ne permettent pas de déterminer avec précision le niveau d'inondation. En outre, l'eau douce pourrait s'écouler directement dans le Chott Boul ou dans la mer. L'Annexe 1 de l'Etude de la FAO sur l'endiguement rive droite du delta du fleuve

Sénégal (1982) classe dans la catégorie de bons pâturages de saison sèche la plupart des terres en Zone V qui seraient inondées au niveau de 0,5 mètre. Il s'agit de parcours non obstrués au-dessus de dépressions salines où les périodes d'immersion sont longues et où poussent le sporobolus et le fuxcasare. L'Annexe classe seulement une faible proportion des terres qui seraient inondées dans la catégorie de pâturages sans valeur. Vu que les terres qui seraient inondées constituent déjà de bons pâturages de saison sèche, les inondations serviraient à augmenter la régularité de leur production fourragère.

Inonder la Zone V jusqu'au niveau de 0,5 mètre exigerait 3,675 millions de mètres cubes d'eau. L'idéal serait d'inonder la Zone V une première fois en septembre/octobre, lorsque le débit excédentaire du fleuve serait de toute manière adéquat, et de nouveau en février/mars. Cependant, le débit du fleuve ne suffira peut-être pas, pendant les années de faible crue, à permettre le second cycle. Le Tableau A-10 reflète les inondations de septembre/octobre et de février/mars.

Le Tableau A-10 a été dressé d'après la page 50 de l'Annexe 1 de l'Etude de la FAO sur l'endiguement rive droite du fleuve Sénégal (1982). Il établit pour chaque mois l'effectif du troupeau, exprimé en unités bétail tropical (UBT), que pourront alimenter les terres d'inondation contrôlée dans la Zone V. Les calculs sont basés sur l'hypothèse que ces terres seront immergées jusqu'au niveau de 0,5 mètre pendant le mois de novembre et que les eaux s'écouleront progressivement au cours des mois de décembre, janvier et février. On présume également que les terres seront inondées de nouveau pendant le mois de mars et que l'écoulement se produira progressivement jusqu'à la saison des pluies. En dernier lieu, on suppose que la Zone V ne sera pas inondée naturellement à cause du fonctionnement du barrage de Diama. Ainsi, tout fourrage créé par les inondations contrôlées constituera une augmentation nette des ressources pastorales.

Tableau A-10

Potentiel de la production en Zone V

<u>Mois</u>	<u>Hectares exploités</u>	<u>Unités bétail tropical à l'hectare</u>	<u>Effectif du troupeau (UBT)</u>
août	0	0	0
septembre	0	0	0
octobre	0	0	0
novembre	0	0	0
décembre	941	1	941
janvier	1.237	1	1.237
février	1.266	1	1.266
mars	0	0	0
avril	941	1	941
mai	1.237	1	1.237
juin	1.266	1	1.266
juillet	1.266	1	1.266

Ainsi, la Zone V pourrait fournir des pâturages de saison sèche à un troupeau allant de 1.000 à 1.200 unités bétail tropical. En réalité, la véritable importance de la zone réside dans son caractère de pâturage de saison sèche. Normalement, il existe assez de pâturages de saison pluvieuse pour le bétail du delta, soit au Sénégal, soit au nord dans la région de Trarza.

Le potentiel de la production fourragère en Zone V est capable de fournir suffisamment de matière sèche pour soutenir l'équivalent d'un troupeau de 574 unités bétail tropical durant toute l'année. Une unité bétail tropical (UBT) représente l'équivalent d'un animal qui pèse 250 kilogrammes. Une tête de bétail égale donc une UBT. Sept petits ruminants représentent pareillement une UBT. D'après Audru (1966), les bovins constituent plus de 90 pour cent de toutes les UBT de la rive gauche du delta. Pourtant, dans l'échantillon de 1982 présenté au Tableau A-9, les bovins ne représentent que légèrement plus des trois quarts des UBT. L'étude actuelle présume que ce dernier chiffre est exact.

Il semble que la part croissante des petits ruminants dans le troupeau local reflète plusieurs changements qui se sont produits au cours des vingt dernières années. En premier lieu, les troupeaux de petits ruminants

n'exigent pas les mêmes déplacements que les troupeaux bovins. Ainsi, les premiers conviennent mieux au style de vie sédentaire qui domine à présent dans le delta. En second lieu, la demande des ovins au niveau du marché est très importante. Comme l'indique l'Etude du secteur de l'élevage effectuée par le Projet RAMS (1980), le mouton est la viande préférée en Mauritanie. En outre, le Sénégal constitue un marché important tout proche pour la vente d'ovins, en particulier avant la fête annuelle du Tabaski.

Le Tableau A-11 convertit les 574 unités bétail tropical en véritables animaux et calcule la valeur de cette production. Les prix de vente des animaux sont basés sur l'Etude du secteur de l'élevage du Projet RAMS (1980, pages 61-63). On a converti les devises à un taux de 63 UM = 1 dollar. Les données représentent les prix poids vif payés à l'abattoir de Nouakchott en décembre 1980 et janvier 1981. Ces prix sont donc plus élevés que les prix normaux auprès du producteur pour deux raisons: (1) les prix au marché de Nouakchott sont les plus élevés du pays entier; et (2) ils incorporent les marges touchées à plusieurs niveaux par les intermédiaires. A d'autres égards, les mois de décembre et janvier constituent une période de prix moyens dans le cycle annuel des prix du bétail. Les taux d'exploitation annuelle viennent de l'Etude du secteur de l'élevage du Projet RAMS (1980, pages 110-112).

Tableau A-11

Valeur de la production animale en Zone V

<u>Espèce</u>	<u>Part des UBT (%)</u>	<u>Nombres absolus</u>	<u>Prix de vente moyen</u>	<u>Exploitation annuelle (%)</u>	<u>Valeur annuelle</u>
Bovins	77	442	17.000 UM = 270 \$	4,5	338.000 UM = 5.370 \$
Petits ruminants	23	924	3.500 UM = 56 \$	14,0	456.000 UM = 7.240 \$
Total	100	1.366			794.000 UM = 12.610 \$

L'Etude du secteur de l'élevage du Projet RAMS déclare que "la valeur de la production laitière est presque égale à la valeur de la production de viande" (1980, page 68). Sur cette base, les bénéfices des eaux douces fournies par le barrage de Diama afin d'inonder la Zone V jusqu'à une hauteur de 0,5 mètre, une première fois après la saison des pluies et une seconde fois au mois de mars, se chiffrent à approximativement 1.600.000 UM par an. Le facteur limitant à ce niveau est la superficie inondable qui ne nécessite pas l'endiguement du Chott Boul.

Le transport et la commercialisation ne posent pas les mêmes problèmes pour l'élevage que pour la production agricole. Le plus souvent, les éleveurs emmènent le bétail au marché sans besoin de transport, en suivant des routes établies. Nouakchott constitue le marché mauritanien le plus important pour les animaux du delta. Le déplacement pour arriver à Nouakchott ne prend pas plus de dix jours. En moins de temps on peut atteindre les marchés de rassemblement le long de la route goudronnée entre Nouakchott et Rosso. Il est courant également de voir des troupeaux de bovins en train de traverser le fleuve Sénégal ou de suivre la langue de Barbarie de la Mauritanie au Sénégal. Le marché de bétail à Saint-Louis est plus proche du delta et plus accessible que Nouakchott. Cependant, le gouvernement mauritanien cherche à supprimer l'exportation d'animaux non autorisée vers le Sénégal. Néanmoins, la proximité, l'accessibilité et les prix du marché de Saint-Louis constituent, et continueront à constituer, un facteur dans la stratégie de commercialisation des propriétaires de bétail du delta.

A.3 Le secteur agricole

A.3.1 Aperçu du secteur

Le jardinage constitue l'activité économique la plus importante dans la zone de dune littorale et sur la dune intérieure de Hagui où se situe le village de Ziré. Il s'agit d'une zone où l'agriculture pluviale n'est possible que pendant les meilleures années. Au cours des quinze dernières années, elle ne s'est pas avérée très productive. Les efforts des habitants visent plutôt la production de légumes de saison sèche. Cette activité n'a démarré à une échelle commerciale qu'après la sécheresse de 1972-73.

Il existe 7 groupements coopératifs pour la production de légumes sur la dune littorale et la dune Hagui. Six autres groupements se sont organisés dans le but de profiter des conditions culturelles favorables qu'ils attendent dès le début du fonctionnement du barrage de Diama. L'unique fonction des coopératives consiste à rassembler suffisamment de produits commercialisables pour justifier l'envoi d'un camion depuis Nouakchott afin de les ramasser. Plusieurs membres de la coopérative accompagnent la charge au marché, où ils s'occupent de l'achat de vivres ou d'autres matériaux qu'ils ramèneront par la suite aux autres membres de la coopérative.

Les oignons représentent de loin la culture la plus importante. La coopérative de Sbeikha sur la dune littorale aurait livré 183 tonnes d'oignons à Nouakchott en 1985, en comparaison de 20 tonnes de pommes de terre. La coopérative de Ziré, un groupement non officiel, a livré environ 120 tonnes d'oignons. Outre la pomme de terre et l'oignon, les habitants cultivent la patate douce, la tomate, le gombo, le chou, la laitue, la betterave, le piment et la menthe dans leurs jardins potagers. Selon la culture et la main-d'oeuvre disponible, il peut y avoir une ou deux campagnes dans l'année.

Une famille peut avoir plusieurs jardins potagers éparpillés autour du village. La superficie d'un jardin individuel oscille entre 0,25 et 0,5

hectare. On l'entoure de branches d'acacia afin d'exclure les animaux qui cherchent du fourrage. Chaque jardin est muni d'un ou de plusieurs puits creusés à la main. On puise l'eau sans accessoire mécanique dans une variété de récipients de 1 à 2 litres. Au début du mois d'octobre 1985, on a observé de l'eau dans ces puits à un niveau de 3 à 4 mètres. Le niveau baisse d'un mètre environ et l'eau devient saumâtre en mai ou juin. Pourtant, les villageois affirment qu'ils ne sont jamais obligés d'abandonner leur jardins en raison de la présence croissante de sel dans le sol.

A.3.2 Limites imposées à la mise en valeur supplémentaire

La principale contrainte imposée à la production de légumes réside dans la superficie que peut exploiter une famille, compte tenu de la quantité de main-d'oeuvre à sa disposition. Les villageois ont commencé à engager des journaliers, provenant le plus souvent du Sénégal.

Le transport constitue un autre facteur qui limite le volume de la culture de légumes de saison sèche dans le delta. Nouakchott, qui représente le marché le plus important pour la production agricole du delta, se trouve à une distance allant de 230 à 280 kilomètres des villages de la dune littorale. Par contraste, Saint-Louis se trouve à 20 - 60 kilomètres seulement de ces mêmes villages. Mais le marché de Saint-Louis reçoit déjà une production abondante d'oignons et d'autres légumes de saison sèche du département avoisinant de Rao.

Le transport entre le delta et Nouakchott coûte 4 UM le kilogramme, soit 0,0635 dollar (converti au taux de 63 UM = 1 dollar). Le voyage le long de la plage est relativement facile à la marée basse. Le problème qui se pose concerne le transport de chargements à dos de chameau à travers la dune littorale, entre le village et la plage où passe le véhicule. Des pertes importantes se produisent du fait que les camionneurs ne viennent pas toujours comme prévu. Le passage au Chott Boul étant moins certain, l'accès aux marchés est plus difficile.

A.3.3 Régime foncier

La situation du régime foncier semble nettement plus directe que dans le système maure classique qui se base sur des hiérarchies sociales et divers niveaux de droits fonciers. Les habitants des dunes littorales et intérieures affirment qu'ils ne partagent ni leur récoltes ni les recettes que les récoltes rapportent avec une famille aristocrate de propriétaires. Ils avancent que leurs propres familles détiennent les droits exclusifs aux terres qu'ils exploitent et que seuls le village et le gouvernement national décident de l'allocation de terres inexploitées aux populations extérieures.

Il existe deux manières, l'une liée à l'autre, d'expliquer la disparité entre le régime foncier du delta et la norme maure. En premier lieu, le bas Sénégal était un champ de bataille entre le royaume de Waalo et l'émirat de Trarza pendant de longues années avant que les Maures n'aient réussi (Barry, 1972). C'est à cette époque, en 1830, que les Français sont intervenus, donc la domination maure sur les deux rives de l'embouchure du fleuve Sénégal a été avortée. En conséquence, le régime foncier maure n'a jamais été appliqué en entier dans le delta. En second lieu, le delta n'est pas une zone agricole fertile. Il est pratiquement inaccessible pendant certaines périodes de l'année. Il a peut-être servi de lieu de refuge aux Haratines fugitifs dont les maîtres ont accepté de leur permettre de disparaître. En réalité, l'application du régime foncier maure ne serait pas administrativement rentable dans un environnement aussi hostile.

Dans le même esprit, les villageois à plusieurs endroits différents ont exprimé en termes clairs qu'ils s'opposeraient à l'allocation de leurs ressources à des populations extérieures. Malgré les lois foncières de 1983 et de 1984, les habitants de la zone continuent à penser que le conseil villageois constitue l'entité critique pour l'allocation des droits fonciers.

A.3.4 Rendement à l'hectare et revenus bruts

Québedeaux et Parks (1984) ont analysé les rendements d'un échantillon de 38 jardins éparpillés dans neuf régions différentes de la Mauritanie afin d'établir les rendements moyens composites pour un certain nombre de légumes de saison sèche. Le Tableau A-12 présente les normes de production des légumes cultivés le plus souvent dans le delta mauritanien. Il établit le rapport entre les normes de production et les prix moyens au producteur pour la campagne de 1985, d'après les renseignements fournis par les habitants de la dune littorale. Les devises sont converties au taux de 63 UM = 1,00 dollar. Le tableau établit ainsi les revenus bruts par hectare pour les légumes de saison sèche les plus courants.

Tableau A-12

Rendement brut à l'hectare des légumes de saison sèche

<u>Culture</u>	<u>Tonnes par hectare</u>	<u>Prix au producteur par kilo (1985)</u>	<u>Revenus bruts par hectare</u>
Oignons	6	25 UM = 0,40 \$	150.000 UM = 2.381 \$
Choux	6	40 UM = 0,63 \$	240.000 UM = 3.810 \$
Pommes de terre	13	30 UM = 0,48 \$	390.000 UM = 6.190 \$
Patates douces	5	20 UM = 0,32 \$	100.000 UM = 1.587 \$
Piment	4	100 UM = 1,59 \$	400.000 UM = 6.349 \$

A.3.5 Coûts de la production par hectare

Québedeaux et Parks (1984, page 144) ont dressé un budget qui montre le coût de la production de choux en 1982. Le budget est important dans la mesure où il expose les types de coût que doit assurer un producteur de légumes de saison sèche. Le Tableau A-13, qui est tiré de leur budget par le consultant, présente les coûts applicables à un jardin de 100 mètres carrés, soit un centième d'un hectare. Il s'agit donc d'une superficie qui est typique dans la zone et qui constitue à peu près la taille maximum que pourrait irriguer un seul puits peu profond. Cependant, alors que les coûts sont des coûts de 1982, les devises sont converties au taux de 1985, soit 63 UM = 1,00 dollar.

Tableau A-13

Budget pour la production de choux, 1982

<u>Travaux</u>	<u>Nombre d'heures</u>	<u>Coût horaire théorique</u>	<u>Coût global</u>	
Préparation du sol	3	16 UM = 0,25 \$	48 UM = 0,75 \$	
Semis	2	16 UM = 0,25 \$	32 UM = 0,50 \$	
Culture et apport d'engrais	4	16 UM = 0,25 \$	64 UM = 1,00 \$	
Irrigation	48	16 UM = 0,25 \$	768 UM = 12,00 \$	
Récolte	3	16 UM = 0,25 \$	48 UM = 0,75 \$	
Défrichage après récolte	2	16 UM = 0,25 \$	32 UM = 0,50 \$	
Mise en sac et transport	1	16 UM = 0,25 \$	16 UM = 0,25 \$	
Total : travaux	63		1.008 UM = 15,75 \$	
<u>Matériaux</u>	<u>Quantité</u>	<u>Coût unitaire</u>	<u>Coût total</u>	
Semences	20 g	7,00 UM = 0,11 \$	140 UM = 2,20 \$	
Sacs	3	3,33 UM = 0,05 \$	10 UM = 0,15 \$	
Total : matériaux			150 UM = 2,35 \$	
<u>Autres</u>	<u>Entretien</u>	<u>Dépréciation</u>	<u>Intérêts</u>	<u>Coût global</u>
Puits	65 UM	323 UM	39 UM	427 UM = 6,78 \$
Clôture	136 UM	340 UM	41 UM	517 UM = 8,20 \$
Outils		302 UM	31 UM	333 UM = 5,29 \$
Total	201 UM	965 UM	111 UM	1.277 UM = 20,27 \$
<u>Transport entre le delta et le marché de Nouakchott</u>				
4 UM/kg x 60 kg produits sur 0,01 ha				240 UM = 3,81 \$
COÛT TOTAL PAR 0,01 HECTARE				2.675 UM = 42,18 \$

Le puits, la clôture et les outils constituent très nettement les plus grosses dépenses de l'activité. Parmi les travaux à effectuer, c'est l'irrigation qui coûte de loin le plus cher.

Le Tableau A-14 représente une adaptation d'un autre tableau de Québedeaux et Parks (1984, page 145) qui analyse, de la même manière que le Tableau A-13, les coûts de la production de certains autres produits maraîchers courants du delta mauritanien. Ces données sont basées encore une fois sur un jardin de 100 mètres carrés. Les coûts sont des coûts de 1982 mais les revenus bruts sont tirés des données de 1985 présentées au Tableau A-12.

Tableau A-14

Aperçu financier des budgets de production de légumes (1982)
(en milliers de UM)

<u>Coûts par 0,01 ha</u>	<u>Choux</u>	<u>Oignons</u>	<u>Pommes de terre</u>	<u>Piment</u>
Main-d'oeuvre	1,0	1,2	1,1	2,0
Matériaux	0,2	0,2	0,3	0,2
Autres	1,3	1,3	1,3	1,3
Transport au marché	0,2	0,2	0,5	0,2
Coûts globaux	2,7	2,9	3,2	3,7
Revenus bruts	2,4	1,5	3,9	4,0
Revenus nets	-0,3	-1,4	0,7	0,3

Il est difficile d'expliquer pourquoi les habitants du delta concentrent leurs efforts sur la production d'oignons vu que le Tableau A-14 indique que l'activité ne leur rapporte aucun bénéfice. L'explication réside peut-être dans la façon dont les habitants évaluent leur propre travail. Lorsque les temps sont durs, comme ce qui s'est produit au cours des dernières années, on évalue le coût d'opportunité de son propre travail à près de zéro. Ainsi, on ne prend pas en compte la valeur de 16 UM à l'heure qui figure dans les tableaux de Québedeaux et Parks. Par ailleurs, il est probable que les habitants de la zone ne tiennent pas compte de la dépréciation de leurs puits dans leurs calculs des prix de revient.

A.3.6 Demande

Il est probable que les décisions des habitants en matière de production reposent davantage sur leur interprétation et leurs prévisions de la demande du marché que sur la valeur comptable de leur travail ou sur la dépréciation de la valeur comptable d'un puits. Québedeaux et Parks (1984, page 136) ont projeté la demande des légumes aux deux marchés qui sont les plus commodes pour les producteurs du delta, celui de Nouakchott et celui de Rosso. Le Tableau A-15 est basé sur leur prévisions. Les prévisions démographiques pour le delta mauritanien sont compatibles avec la méthode appliquée en élaborant le Tableau A-3.

Tableau A-15

Estimation de la demande des légumes
aux centres urbains de Nouakchott et de Rosso
et dans le delta mauritanien rural

<u>Année</u>	<u>Population</u> (en milliers)		<u>Consommation</u> (kg/habitant)		<u>Demande</u> (en tonnes)	
	<u>Villes</u>	<u>Delta</u>	<u>Villes</u>	<u>Delta</u>	<u>Villes</u>	<u>Delta</u>
1977	157	8,8	25	5	4.000	44
1978	177	9,1	34	8	6.068	73
1979	200	9,3	60	9	12.077	84
1980	226	9,6	43	6	9.804	58
1982	290	10,1	50	10	14.500	101
2000	600	16,4	80	20	48.000	328

Québedeaux et Parks (1984, page 135) expliquent clairement que "l'offre de la production constitue une contrainte à la consommation". La demande est forte et continue à augmenter. A présent, la plupart des légumes consommés à Nouakchott et à Rosso sont importés, surtout du Sénégal. Québedeaux et Parks (1984, page 138) terminent ainsi leur examen de la demande des légumes:

"Les prévisions pour les années 1982 et 2000 supposent: (1) une proportion de quatre à un de la consommation par habitant urbaine et rurale; (2) un doublement de la consommation rurale par habitant; et (3) une augmentation de 50 pour cent environ de la consommation urbaine

par rapport aux tendances de 1977-1982. Il semble que la consommation annuelle totale s'élèvera à 85.000 tonnes -- plus du triple des niveaux actuels -- si les produits sont disponibles..... La Mauritanie serait obligée de tripler sa production intérieure en l'espace de 17 ans simplement pour satisfaire la demande rurale [sur le plan national] et de faire beaucoup plus pour remplacer les importations."

A.3.7 Interventions destinées à augmenter la production de légumes

Il convient de prêter attention à l'amélioration de l'efficacité des activités actuelles en matière de production de légumes par le biais d'une réduction du coût de la production et de la commercialisation. Au total, les coûts de la main-d'oeuvre pour la production de légumes représentent 40 pour cent environ du coût global de la production et de la commercialisation, d'après le Tableau A-14. D'après le Tableau A-3, le transport de l'eau, ou l'irrigation, constitue 75 pour cent du coût de la main-d'oeuvre. Une technique simple et peu coûteuse pour l'exhaure de l'eau pourrait entraîner une grosse économie de main-d'oeuvre et une réduction concomitante du coût de production.

Le problème de la source d'eau se rattache à celui de la technique pour l'exhaure de l'eau. Le gouvernement devrait avoir un service de creusement de puits qui serait disponible pour creuser des puits peu profonds contre une redevance. Le gouvernement sera probablement obligé de mettre des crédits à la disposition des villageois afin de financer les puits. Une telle stratégie ne serait rentable que si le coût de la dépréciation de ces puits était inférieur à celui des puits qui existent déjà et/ou si les puits étaient conçus de manière à économiser la main-d'oeuvre.

Pareillement, il serait bénéfique d'étudier les outils employés par les habitants du point de vue de l'efficacité du travail. Les villageois se plaignent que les outils qu'ils peuvent obtenir ne sont pas ceux qui conviennent le mieux au jardinage. Une fois qu'on a identifié les outils et les méthodes culturales les plus efficaces et rentables, il conviendra

d'établir un programme de vulgarisation de grande envergure pour expliquer aux habitants le meilleur emploi des outils.

Une baisse du coût du transport au marché serait d'un grand secours. Pourtant, le coût du transport est moins problématique que la disponibilité du transport. La construction des digues proposées, munies de chaussées, est essentiel pour atteindre ces deux objectifs. Les économies liées à un réseau de transport à viabilité permanente dans le delta découleront d'une faible réduction du coût du transport et de la présence d'un plus grand nombre de transporteurs dans la zone, permettant le transport au marché ponctuel et conduisant à une réduction de la perte de produits après la récolte.

Un deuxième point qui mérite une attention particulière réside dans l'extension du système de production de légumes à de nouvelles terres, en particulier les nouvelles terres qui tirent parti de l'augmentation de la disponibilité d'eau douce grâce au débordement au barrage de Diama.

A.3.8. Extension de la culture maraîchère à de nouvelles terres

La construction des digues A ou A' permettra de maintenir de l'eau douce dans les Zones II et IV, selon les besoins, compte tenu des intérêts opposés concernant l'utilisation de l'eau et des zones. Le problème réside dans le fait que, d'après la carte des possibilités en matière d'irrigation qui accompagne l'Annexe 1 de l'Etude de la FAO sur l'endiguement rive droite du delta du fleuve Sénégal (1982), les terres qui se prêteront à l'exploitation grâce au système de digues ne présentent qu'un potentiel agricole limité. Les terres dans les deux zones, Zones II et IV, présentent cependant des potentiels différents.

L'eau douce dans les marigots de Tiallakt, de Lemer, de Bell et de Khurumbam ne profitera pas à la culture de légumes de saison sèche le long de la dune littorale. Les sols de la rive ouest de ces rivières sont classés dans la catégorie de sol très salin et acidifié -- non propice à l'irrigation. Le plus souvent, il serait nécessaire d'amener l'eau depuis

les rivières, sur une distance d'un kilomètre environ, afin d'irriguer les terres sur la dune. Du point de vue de la factibilité économique, technique et sociale, il serait plus bénéfique d'élaborer une technologie de puits peu profonds qui soit plus productive que d'investir dans un système capable de pomper l'eau à partir de ces rivières jusqu'aux sols cultivables de la dune.

Cependant, pour les habitants de la dune littorale, l'eau douce des marigots Tiallakt / Lemer / Bell / Khurumbam peut toujours présenter certains avantages. La présence d'eau douce à proximité peut exercer des incidences positives, à l'égard de la qualité de l'eau et des taux de recharge, sur leurs puits. Même si la présence d'eau douce n'a aucun effet sur les eaux souterraines, les habitants s'en serviront peut-être pour leur consommation personnelle à la fin de la saison sèche, lorsque l'eau des puits devient saumâtre.

Les terres situées entre les marigots de Tiallakt / Lemer / Bell / Khurumbam et les dunes intérieures de la Zone IV présentent un autre aspect. Ici, d'après la carte de la FAO sur les possibilités en matière d'irrigation, il existe 1.350 hectares environ de terres cultivables. La plupart de ces terres sont suffisamment basses pour que le relèvement du niveau de l'eau nécessaire pour atteindre les parcelles des cultivateurs, une fois que les canaux de raccordement auront été achevés, reste inférieur à un mètre. Les cultivateurs de la rive du lac Tchad, par exemple, s'organisent en groupements de travail coopératifs pour creuser des canaux de plusieurs kilomètres de longueur afin d'exploiter des terres basses similaires.

La plupart des terres cultivables ne sont pas loin des villages sur la dune. Bien entendu, les cultivateurs seraient obligés de traverser la rivière afin de cultiver ces terres. Mais ceci ne pose aucun obstacle. A partir du moment où l'eau et la main-d'oeuvre seront disponibles, on arrivera à exploiter les terres situées entre les marigots de Tiallakt / Lemer / Bell / Khurumbam et les dunes intérieures.

Les limites finales de la réserve de Diaouling régiront la superficie qui sera en fin de compte exploitée entre les dunes intérieures et les marigots de Tiallakt / Lemer / Bell / Khurumbam. Les limites citées dans le projet de décret du 8 avril 1985 pour créer le parc incorporeraient à peu près la moitié des terres potentiellement cultivables.

Les limites finales de la réserve de Diaouling détermineront également la superficie qu'on pourra exploiter dans les Zones III et IV. Une bande de terre cultivable entoure les dunes de Beret et de Hagui, les deux principales dunes intérieures. Cette bande est large de 500 mètres environ autour de la dune de Beret et de 1000 mètres environ autour de la dune de Hagui. Au total, ces bandes représentent approximativement 1.000 hectares de terres potentiellement cultivables, dont un tiers entoure la dune de Beret et les deux tiers entourent la dune de Hagui. S'il existait de l'eau disponible dans le Bell pendant toute l'année, les habitants creuseraient des canaux de manière à faire venir l'eau à certaines parcelles au sud de la dune de Hagui et au nord de la dune de Beret. Plus au sud en suivant la dune de Beret, il est fort possible que les incidences des eaux captées au barrage de Diama sur l'hydrologie des eaux souterraines permettraient d'envisager l'emploi de puits peu profonds pour l'irrigation.

Les villageois interrogés à Beret et à Ziré s'attendent à ce que le barrage de Diama rende disponible au delta une grande partie des eaux captées. Ils s'inquiètent des limitations sur les activités agricoles imposées par l'établissement de la réserve de Diaouling. Les limites du parc de Diaouling proposées dans le projet de décret d'avril 1985 élimineraient toute activité agricole à l'est des dunes de Beret et de Hagui qui serait possible grâce à la présence d'eau douce. Pour les populations locales, une telle décision serait une déception et une privation. Il serait possible de résoudre tout le problème en autorisant les cultures sur une bande de 500 mètres de largeur à la base de chaque dune.

A.4 Secteur de la pêche

A.4.1 Introduction

Le secteur de la pêche dans le delta mauritanien se divise en deux sous-secteurs, la pêche estuarienne/marine et la pêche estuarienne/eau douce.

Les pêcheurs marins sont, pour la plupart, des Wolofs qui habitent l'estuaire du fleuve Sénégal ou la dune littorale. Leur productivité n'est pas très liée à celle du fleuve Sénégal. Ils peuvent de temps à autre faire un peu de pêche estuarienne, mais la mer constitue leur principal lieu d'activité. Au cours de la saison de pêche, de novembre à juin, des familles entières se déplacent en général vers le nord à Nouakchott ou à Nouadhibou afin d'accéder facilement aux deux marchés de poissons frais les plus importants du pays. Les moyens d'existence de ces individus ne seront pas touchés de manière fondamentale par une hausse de la production halieutique dans le delta mauritanien. Les habitants de la dune littorale et de la dune intérieure pratiquent rarement la pêche en mer. Ce sont presque exclusivement des Maures. Le plus souvent, ils se contentent de pêcher dans les cours d'eau saisonniers à l'intérieur du delta.

A.4.2 Productivité des pêcheries d'eau douce

Au cours des années récentes, les pêcheries d'eau douce n'ont pas été très productives. Les personnes interrogées le long de la dune littorale, par exemple, n'ont pas commercialisé des quantités de poissons importantes depuis plusieurs années. Elles continuent à pêcher, ou à envoyer leurs enfants pêcher, afin d'assurer la consommation familiale, mais, en tant que principale activité économique, la culture maraîchère de saison sèche a remplacé la pêche et l'élevage. Ce changement se reflète dans le grand nombre de chefs de ménage qui, lors du recensement administratif, déclarent désormais la profession de "cultivateur".

A.4.3 Droits de pêche

Le droit de pratiquer la pêche dans la plupart des étranglements des bras du delta est transmis au sein de la famille. Ce sont les meilleurs endroits pour attraper les poissons qui s'échappent du delta au moment de l'année où les eaux d'inondation se retirent.

Ould Mbare (1984) identifie 3 groupes de pêcheurs qui exploitent l'intérieur. Citons en premier lieu les pêcheurs Tagrejent du village de Ziré. Ils détiennent les droits de pêche dans la plupart des Zones II et IV. Ils reconnaissent des droits de propriétaire dans une soixantaine de lieux de pêche, au niveau des étranglements, et ils réglementent les techniques de pêche qui peuvent être appliquées dans ces endroits. En revanche, il n'existe aucun droit de propriétaire, ni de réglementation de la pêche, au niveau des mares ou en plein fleuve dans la zone. Un groupe de pêcheurs Loubeidat détient les droits à trois sites autour de Njemmer. Un troisième groupe de pêcheurs, les Oulad bou Sbaa, ont des droits à l'Aftout-es-Sahel et au Chott Boul. Ils transforment les poissons sur place et les vendent au marché de Keur Macène. Plusieurs d'entre eux se sont convertis à la pêche marine en raison du niveau relativement faible de la production de la pêche intérieure au cours des quinze dernières années.

A.4.4 Prix du poisson

Le marché de poissons sénégalais et mauritanien reconnaît trois catégories de poisson. Les prix à la production actuels dans le delta mauritanien sont présentés, par catégorie, au Tableau A-16. Le taux de conversion des devises utilisé ici est de 63 UM = 1,00 dollar.

Tableau A-16

Prix à la production actuels du poisson dans le delta mauritanien

<u>Catégorie</u>	<u>UM/kg</u>	<u>\$/kg</u>
Mérou	25	0,40
Daurade, courbine, perche du Nil, muge	18	0,30
Sardinelle, chinchard, daurade grise	5	0,08

A.4.5 Augmentations de la production de la pêche

Le Tableau A-17 récapitule les données présentées à l'Annexe B (les ressources halieutiques, la faune et la flore). Il montre le volume de la prise de poissons prévu pour chaque zone du delta mauritanien en supposant que les digues et les vannes destinées à assurer le contrôle de l'eau disponible sont déjà en place. Le tableau suppose un rendement de 60 kilogrammes à l'hectare pour les poissons d'eau douce et un rendement de 1.000 kilogrammes à l'hectare pour les poissons de mer. Il suppose également que la part consommée par les oiseaux sera pratiquement égale à celle des pêcheurs.

Tableau A-17

Prise de poissons potentielle dans le bas delta mauritanien

<u>Zone</u>	<u>Hectares inondés toute l'année</u>	<u>Production (en tonnes)</u>	<u>Prise (en tonnes)</u>	<u>Changement net</u>
I avec digue A	300-460	300-460	150-230	0
avec digue A'	200-300	200-300	100-200	0
II avec digue A	2.733-3.933	164-236	82-118	0
avec digue A'	3.633-5.933	218-356	119-178	0
III	3.300	198	99	0
IV	12.000	720	360	0
V	4.000	240	240	+240
Total	26.166-30.226	2.040-2.510	1.020-1.255	+240

L'étude réalisée par Gannett, Fleming, Cordry et Carpenter (1980) évalue la prise de poissons annuelle pour les pêcheurs à temps complet à 2 tonnes par personne en moyenne. Ainsi, l'augmentation de la prise de poissons dans le delta fournirait un travail à temps complet à 120 pêcheurs.

Au Tableau A-17, on maintient à zéro les changements nets au niveau des zones II, III et IV. Il s'agit de comparer le rendement du delta une fois muni d'un système de digues au rendement du delta dans des conditions de pluviométrie et d'inondation "normales". Cependant, très peu des quinze dernières années ont été "normales". Vraisemblablement, l'augmentation

nette de la prise de poissons annuelle sera donc beaucoup plus importante dans bien des cas que ce qui est indiqué au Tableau A-17.

A.4.6 Satisfaction de la demande accrue de main-d'oeuvre

L'expérience du captage des eaux aux barrages de Volta et de Kariba, entre autres, a démontré que des pêcheurs habitant en dehors de la zone immédiate viennent s'installer lorsqu'une nouvelle source de pêche s'établit.

A présent il n'existe aucun village permanent dans la Zone V, où la production de la pêche deviendra plus importante. La plupart des habitants du delta qui pratiquaient la pêche jusqu'à dernièrement l'ont abandonnée en faveur du commerce ou de la culture de légumes de saison sèche. Ils ne seront pas disposés à abandonner leurs jardins pour retourner à leur ancien travail.

Ainsi, on peut envisager que des pêcheurs de l'extérieur s'installeront dans le delta pour profiter de l'augmentation de la production de la pêche qui se produira en Zone V. Par ailleurs, un des attraits de la zone sera la possibilité de compléter la prise par la culture maraîchère de saison sèche. Les sols de la zone permettront une telle culture si les ressources en eau douces sont présentes. L'unique problème possible lié à l'arrivée des gens de l'extérieur sera le transfert des droits de pêche héréditaires aux nouveaux venus.

A.4.7 Valeur à la production de l'augmentation de la prise

L'augmentation de la pêche tombera pour la plupart dans la deuxième catégorie du Tableau A-16. Ainsi, la valeur du prix à la production de l'augmentation de la prise sera de 4.320.000 UM par an, soit 72.000 dollars.

A.4.8 Commercialisation de la pêche et demande du marché

Les prises récentes ont été tellement faibles que peu de poissons ont été vendus au marché. C'est surtout dans les villages des pêcheurs qu'il y a eu un certain degré de commercialisation.

Keur Macène constitue le principal marché pour les excédents de poissons d'eau douce vendus en dehors du village. Le poisson vendu à Keur Macène par les pêcheurs du delta est souvent séché avant d'arriver au marché. Ceci est dû au fait que le pêcheur moyen n'attrape pas suffisamment de poissons en une seule journée pour justifier un voyage en ville. A partir de tous les lieux de pêche probables en Zone V, le transport à Keur Macène ne pose aucun problème majeur. La zone est relativement proche de la ville et le transport animal est faisable en une durée de temps raisonnable. Pour chaque catégorie de poisson, le prix au détail appliqué en 1979 au marché de Rosso, en Mauritanie, est présenté au Tableau A-18. Ces données sont tirées du rapport de RAMS sur la pêche maritime (1980).

Tableau A-18

Prix du poisson au détail à Rosso, en Mauritanie (1979)

<u>Catégorie</u>	<u>Prix</u> <u>UM/kg</u>	<u>Prix</u> <u>\$/kg</u>
Mérou	52,5	0,83
Daurade, courbine, perche du Nil, muge	40,5	0,64
Sardinelle, chinchard, daurade grise	19,5	0,31

L'étude de RAMS (1980) évalue la consommation annuelle de poisson parmi les Maures à 12 kilogrammes par habitant. La consommation de poisson parmi les Wolofs est évaluée à 57 kilogrammes par habitant. Le chiffre qui s'applique aux Maures est une moyenne nationale. Les Maures qui habitent dans le delta sont des pêcheurs et leur consommation de poisson par habitant dépasse de loin la moyenne. Pareillement, Keur Macène est tellement accessible par rapport au delta que les Maures qui y habitent consomment également beaucoup

plus de poisson que la moyenne. Par conséquent, le Tableau A-19 suppose que les Maures du delta et de Keur Macène consomment les deux tiers de la consommation annuelle par habitant des Wolofs, soit 38 kilogrammes de poisson par habitant. Le Tableau A-19 suppose également que, parmi les deux populations, la demande de poisson augmentera de 10 pour cent tous les cinq ans de 1980 à l'an 2000.

Le Tableau A-19 projette la croissance de la demande de poisson du delta dans le delta mauritanien et à Keur Macène jusqu'à l'an 2000. Le tableau ne tient pas compte de la demande dans les autres villages du département de Keur Macène. Néanmoins, ceux-ci constitueraient un marché important pour les pêcheurs du delta. Les prévisions démographiques concernant le delta sont tirées du Tableau A-3. On suppose que la répartition ethnique restera constante, telle qu'on l'a présentée au Tableau A-4. En outre, parmi les Wolofs, on suppose que la moitié de la demande de poisson est satisfaite par les poissons de mer et la seconde moitié par les poissons d'eau douce. Finalement, on suppose que Keur Macène est composé de 90 pour cent de Maures, de 7 pour cent de Wolofs et de 3 pour cent d'autres groupes ethniques.

D'après le recensement administratif de 1971, la population de Keur Macène se chiffrait à 931. Le recensement administratif de 1984 a compté 1.620 habitants. Le taux de croissance annuel de Keur Macène a donc été de 4,35 pour cent. On reconnaît que les villes du Sahel subissent une croissance plus rapide que les zones rurales. Pour cette raison, en ce qui concerne Keur Macène, on retiendra le taux de croissance annuel de 4,35 pour cent jusqu'à l'an 2000.

Tableau A-19

Demande de poisson du delta dans le delta mauritanien et à Keur Macène

	<u>1971</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1990</u>	<u>1995</u>	<u>2000</u>
Population globale							
Delta	7.489	8.347	9.560	10.949	12.540	14.362	16.448
Keur Macène	931	1.104	1.366	1.690	2.091	2.587	3.201
Population Wolof	2.536	2.832	3.251	3.731	4.284	4.920	5.652
Delta	2.471	2.755	3.155	3.613	4.138	4.739	5.428
Keur Macène	65	77	96	118	146	181	224
Population Maure	5.406	6.086	7.061	8.200	9.531	11.087	12.914
Delta	4.568	5.092	5.832	6.679	7.649	8.761	10.033
Keur Macène	838	994	1.229	1.521	1.882	2.328	2.881
Demande de poisson d'eau douce (en tonnes)							
Wolof	122,0	80,7	92,7	117,6	148	187	236
Maure	205,4	231,3	268,3	342,8	438	561	718
Demande globale	327,4	312,0	361,0	460,4	586	748	954

En 1990, la demande dans le delta et à Keur Macène représentera la moitié environ de la production de la pêche du delta, d'après les hypothèses incorporées au Tableau A-19. Avant la fin du siècle, cependant, la demande de poisson du delta dans le delta et à Keur Macène sera approximativement égale à la production du delta.

A.5 Diverses conclusions concernant l'économie rurale

A.5.1 Emploi rural

La famille moyenne est capable de cultiver environ 1 hectare de légumes de saison sèche par an. La famille Maure moyenne est composée de 4,77 membres, dont les 47,2 pour cent font partie de la population active, d'après le Tableau A-6. Autrement dit, chaque hectare ajouté à la culture maraîchère de saison sèche crée 2,25 nouveaux emplois. Il est pourtant difficile d'évaluer le nombre d'emplois créés par l'expansion de la culture de légumes de saison sèche avant l'établissement des limites de la réserve

de Diaouling. Dans certaines zones, il se produira de la concurrence entre la réserve et les cultures. On suppose que les habitants augmenteront la production de légumes de saison sèche à un taux de 60 hectares par an au cours de dix ans. Ceci créera en fin de compte 1.350 nouveaux emplois. La plupart des nouveaux emplois seront assurés par les habitants du delta qui sont obligés à présent de le quitter à la recherche de revenus, notamment par le biais du commerce, au Sénégal.

L'Institut de l'anthropologie du développement (1980) affirme que, normalement, un troupeau composé de 40 unités bétail tropical peut faire subsister une famille. Ainsi, les 574 unités bétail tropical qui seront établies en Zone V feront subsister 14 familles. Ceci se traduit par la création de 31 emplois à temps complet. En réalité, ces nouveaux emplois seront sans doute divisés en beaucoup plus d'emplois à temps partiel, vu que les ressources fourragères engendrées par les inondations ne seront disponibles que par certaines saisons. Par ailleurs, les propriétaires de bétail dans le delta se sont tellement attachés à l'agriculture sédentaire (la plupart des habitants vivent désormais dans des maisons en pisé; les tentes ne servent qu'à créer de l'ombre contre la chaleur de midi) qu'ils ne sont plus disposés à recommencer la recherche annuelle de pâturages même si cela devient écologiquement faisable.

La prise de poissons dans le delta augmentera de 240 tonnes, conduisant à la création de 120 nouveaux emplois. Ceux-ci reviendront aux nouveaux habitants de la Zone V. Certains arriveront d'autres zones du delta; d'autres arriveront de l'extérieur.

L'étude de l'emploi dans le rapport de Gannett, Fleming, Corddry et Carpenter (1980) présente des résultats qui soutiennent que, en Afrique, pour quatorze nouveaux emplois dans le secteur primaire, il se produit un nouvel emploi dans le secteur tertiaire. Le secteur tertiaire regroupe les mécaniciens, les tailleurs, les domestiques, les commerçants, les transporteurs, etc.

Le Tableau A-20 présente les prévisions de la création d'emplois dans le delta au cours des dix premières années après le commencement des activités d'aménagement.

Tableau A-20

Emplois créés concurremment avec l'aménagement du delta

Secteur	Année										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Agriculture	135	135	135	135	135	135	135	135	135	135	1.350
Elevage	6	6	6	6	6	1	0	0	0	0	31
Pêche	24	24	24	24	24	0	0	0	0	0	120
Tertiaire	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	110
Total	172	172	172	172	172	136	135	135	135	135	1.611

Les aménagements envisagés créeraient plus de 1.600 nouveaux emplois en dix ans. En comparaison des estimations de la taille actuelle de la population active présentées au Tableau A-6, ce chiffre représente une expansion d'un tiers. Le Tableau A-5 évalue le taux d'exode rural masculin à 38,3 pour cent. Ce taux se traduit par un total de 877 absentéistes masculins à présent et de 1.150 dans dix ans, en supposant un taux d'expansion de 2,75, donc égal au taux de croissance annuelle de la population globale. Ainsi, les emplois créés par l'aménagement du delta permettront le rapatriement de tous les commerçants qui voudraient gagner leur vie chez eux en famille. D'autres emplois reviendront aux femmes, notamment la culture maraîchère de saison sèche et les emplois dans le secteur tertiaire.

Un nombre d'emplois restreint reviendra aux nouveaux venus arrivant dans la zone. Certains emplois dans le secteur de l'élevage reviendront à des personnes arrivant de régions très éloignées de la zone qui conduisent leur bétail aux pâturages de la Zone V à certaines saisons. Quelques pêcheurs viendront s'installer définitivement dans la Zone V. Le secteur tertiaire fera venir un certain nombre de personnes, bien que, vu leur passé économique récent, celles qui résident dans le delta déjà devraient pouvoir assurer les postes de commerçants et bon nombre des postes artisanaux. La

majorité des personnes arrivant de l'extérieur feront la culture de légumes de saison sèche. Au début, des hommes viendront seuls pour assurer le travail agricole journalier. A mesure que de nouvelles terres sont exploitées grâce à la disponibilité de l'eau, ils revendiqueront des parcelles, feront venir leurs familles dans la zone et aménageront leurs terrains. Suivant la productivité des cultures, le transport et les conditions de la commercialisation, il se peut qu'un autre groupe veuille également s'installer dans le delta. Ce groupe sera composé de rassembleurs et de grossistes de légumes à Nouakchott qui chercheront des droits fonciers et qui investiront leurs propres ressources dans l'aménagement des terres avant d'embaucher des métayers pour s'occuper des cultures.

Dans le but de promouvoir la mise en valeur optimale des terres du delta pour la culture de légumes de saison sèche, les responsables locaux seront obligés de résoudre des questions difficiles liées au problème du régime foncier.

A.5.2 Valeur des terres

Une fois dotées de suffisamment d'eau et d'un système de transport amélioré, les terres se prêtant aux cultures maraîchères de saison sèche augmenteront de valeur. Des gens de l'extérieur chercheront logiquement à s'implanter sur la dune littorale et à la base des dunes de Beret et de Hagui. A mesure qu'ils essaient d'obtenir des droits fonciers, des conflits avec les villageois présents sont susceptibles de se produire.

Les terres tout au long de la route proposée qui relierait le barrage de Diama à la route goudronnée entre Rosso et Nouakchott posent un autre problème. Vu le volume de la circulation attendue, cette route présente un vaste potentiel commercial. Les habitants de Beret, qui ont déjà l'expérience du commerce, établiront une série de magasins et d'étals juste après la zone de la douane et du service d'immigration du côté mauritanien du barrage. Des terres seront achetées et vendues et les habitants de Beret pourront difficilement exercer un contrôle face aux parties puissantes en provenance de Rosso et de Nouakchott.

A.5.3 Tendances de la consommation

Plus des 80 pour cent des emplois créés par l'aménagement du delta mauritanien seront dans le domaine des cultures maraîchères de saison sèche. Il ne s'agit pas d'un travail de subsistance. Les cultivateurs vendent la plupart de leur production contre de l'argent, avec lequel ils achètent les autres produits dont ils ont besoin.

Les achats de nourriture les plus courants et les plus fréquents sont le riz, l'huile de cuisine, le thé et le sucre. Pour les habitants de la zone, les principales sources protéiques sont les poissons qu'ils attrapent et le lait produit par les animaux qui leur restent. Ils consomment également des légumes de leur jardins.

En outre, la population achète du ciment, des barres d'armature et des plaques ondulées de fibro-ciment pour construire des logements en dur.

Tous ces achats doivent s'effectuer à Nouakchott. L'aménagement du delta se traduira par une expansion importante du commerce local, en particulier si les systèmes de transport sont viables. Les tendances déjà établies, à savoir l'essor de l'industrie locale du bâtiment et le fait d'acheter la plupart des vivres consommés par la famille, continueront au même rythme que l'expansion de l'économie locale.

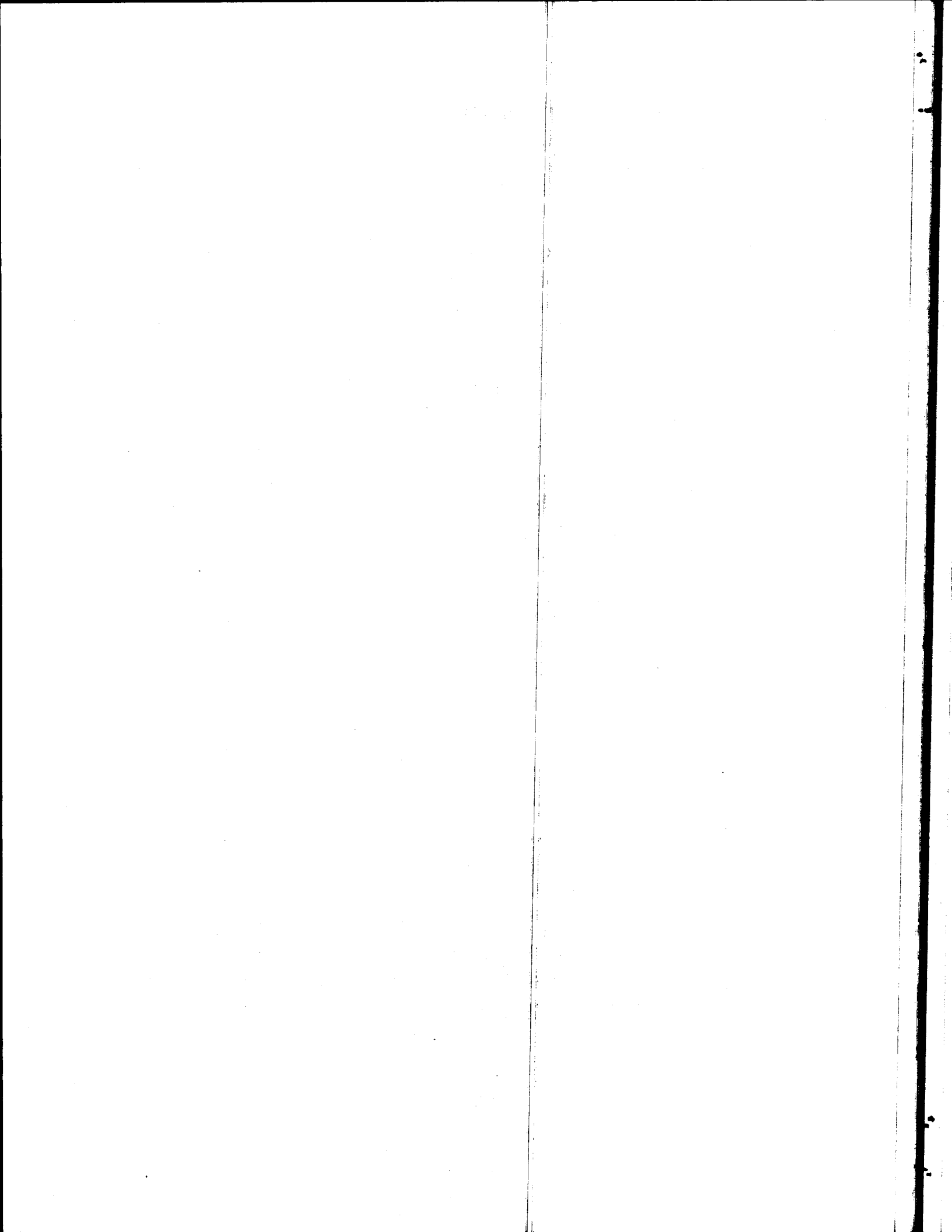
A.5.4 Tourisme

L'établissement de la réserve de Diaouling attirera un certain nombre de touristes dans le delta mauritanien. On peut supposer que ces touristes traverseront le barrage de Diama pour entrer en Mauritanie, où ils passeront deux ou trois nuits dans des refuges construits à leur intention à l'intérieur de la réserve. Chaque touriste dépensera une somme de l'ordre de 35 dollars (2205 UM) par jour pour le logement, la nourriture et les frais divers.

Il convient de limiter les facilités de logement de manière à ne pas attirer trop de voyageurs dans la réserve, ce qui pourrait menacer la vie naturelle qui s'y trouve.

S'il existe 25 refuges qui hébergent chacun deux personnes par nuit, mais qui sont complets aux deux tiers pendant six mois, et si les voyageurs dépensent en moyenne 2.200 UM (35 dollars) par jour, les revenus annuels bruts du tourisme dans le parc s'élèveront à 13.230.000 UM (210.000 dollars) par an.

Vingt-cinq refuges créeraient également des emplois pour 5 femmes de ménage, un comptable, 4 réceptionnistes/commis, un gérant, un gérant adjoint, 2 cuisiniers, 6 serveurs, un maître d'hôtel, 3 aides-serveurs, 2 plongeurs, un jardinier, un préposé à l'entretien et 2 gardiens, soit, au total, 28 personnes.



ANNEXE B

ASPECTS CONCERNANT LES RESSOURCES HALIEUTIQUES, LA FAUNE ET LA FLORE

Cette annexe présente un aperçu de ce qui est connu des ressources halieutiques, de la faune et de la flore dans le bas delta mauritanien et les biefs inférieurs du fleuve Sénégal. Les travaux sur le terrain effectués à la fin de l'année 1985 et qui s'inscrivent dans cette étude tendent à étayer les conclusions des études précédentes sur l'environnement du delta.

La récente sécheresse prolongée a intensifié les pressions exercées sur les ressources naturelles du delta. Le delta n'ayant pas été inondé par les crues récentes, le nombre et la taille des poissons ont diminué, de même que la population de mollusques, d'oiseaux et des autres formes de faune et de flore. Le surpâturage et les besoins en combustible se sont conjugués à la sécheresse pour réduire le nombre et la taille des acacias et des palétuviers. Par contre, les pêches côtières de l'océan offrent encore un bon potentiel de productivité. Les eaux du littoral mauritanien sont repoussées des profondeurs de l'eau vers la surface, ce qui apporte des éléments nutritifs, d'où la haute productivité halieutique.

B.1 Les pêches du delta

Le Tableau B-1 résume les exigences environnementales des principales espèces de poissons et de mollusques que l'on trouve dans le delta. Certains poissons, du moins lorsqu'ils sont très jeunes, peuvent supporter des conditions hypersalines (des niveaux de salinité supérieurs à 35 parties pour mille), alors que d'autres disparaissent. La plupart des poissons et des mollusques utilisent les eaux saumâtres comme zones de reproduction. Même les poissons d'eau douce peuvent en général tolérer à court terme des niveaux de salinité de 5 à 10 parties pour mille.

TABLEAU B-1

Exigences des principaux types de poissons et de mollusques
dans le delta du bassin du fleuve Sénégal

Type	Poissons (P) ou mollusques (M)	Principal habitat	Cycle de vie (voir code)	Poids typique d'un adulte (grammes)
Tilapie	P	Eau salée	RE-TSC	300
<u>Sarotherodon melanotheron</u> et <u>Tilapia Guineensis</u>				
Muge: Liza, Mugil	P	Eau salée	RE-RP-TSC	400
Ethmalosa spp.	P	Eau salée	RE-TES	400
<u>Pomadasys jubelini</u>	P	Eau salée	RE-TSSC	200
Elops spp.	P	Eau salée	RE-TSC	400
Dicentrarchus spp.	P	Eau salée	RE-TSSC	450
<u>Gerres melanopterus</u>	P	Eau salée	RE-TSSC	200
Pellonula spp.	P	Les deux	RE-PED	20
Schilbe spp.	P	Eau douce	PED-RED	70
Clarias spp.	P	Eau douce	PED-RED	800
Pennaeus spp.	M	Les deux	RP-JSM-TES	-
Callinectes spp.	M	Eau salée	Eau saumâtre principalement	-

Sources: Gannett Fleming, 1979 et DeGeorges, 1984.

- RP - se reproduisent en mer
- RE - se reproduisent dans l'estuaire
- RED - se reproduisent en eau douce
- TES - tolèrent un éventail de niveaux de salinité
- TSC - tolèrent un niveau de salinité de 5 à 35 pour mille pendant son cycle de vie; la reproduction dans des niveaux de salinité inférieurs peut ne pas réussir
- PED - préfèrent l'eau douce
- TSSC - préfèrent un niveau de salinité de 5 à 15 pour mille pendant leur cycle de vie
- CFS - capables de frayer à un niveau de salinité de 0 à 15 pour mille
- JSM - les jeunes exigent une faible salinité puis retournent à la mer

Aucun poisson ne nage contre les courants prédominants. Les poissons de mer, comme le tilapie et le muge, se reproduisent à la fin de la saison sèche, lorsqu'ils reviennent vers le delta en décembre et en janvier, après la décrue annuelle. De même, les poissons d'eau douce se déplacent en aval pendant une période de crue et c'est à ce moment qu'ils peuvent survivre dans les eaux de mer le long de la côte.

Les poissons de mer rentrant ou sortant du delta sont capables de supporter des changements limités de la salinité de l'eau. Si l'on se base sur les observations faites dans le delta depuis la fin des années soixante-dix, les poissons de mer semblent être capables de tolérer des taux de changement (que l'on appelle des gradients) allant jusqu'à 10 parties pour mille de salinité par kilomètre de marigot ou de bras de rivière. En d'autres mots, la plupart des poissons de mer du delta pourraient passer de l'eau de mer, avec environ 35 parties pour mille de salinité, aux eaux de l'estuaire, avec 15 parties pour mille de salinité, sur une distance de 2 à 3 kilomètres. Cela prendrait environ un jour, si l'on se base sur les vitesses typiques de la marée dans le delta. Toutefois, comme le montre le Tableau B-1, la plupart des poissons de mer ne fraient pas à des niveaux de salinité au-dessous de 5 à 15 parties pour mille.

En supposant qu'il existe des sources de nourriture adéquates, les eaux de mer ou de l'estuaire produisent davantage de poissons par hectare que les eaux douces. L'évaluation des niveaux potentiels de production dans les biefs inférieurs du fleuve Sénégal est la suivante:

- o Les eaux douces du fleuve Sénégal peuvent produire environ 60 à 80 kilos de poissons par hectare (Gannett Fleming, 1979 et université du Michigan, 1985);
- o Les eaux de mer ou de l'estuaire dans le bassin inférieur du fleuve Sénégal peuvent produire environ 100 à 200 kilos de poissons par hectare (Lauff, 1967);

- o Les rendements de mollusques atteignent environ 1 à 4 kilos par hectare.

Les eaux salées de l'estuaire ou de la côte sont plus productives que les eaux douces, principalement parce qu'il y a davantage d'éléments nutritifs dans l'estuaire tout au long de l'année; ceux-ci proviennent de la remontée des eaux de mer ainsi que des marais et des déchets.

On estime que les pêches dans les eaux côtières au large de la Mauritanie ont un potentiel considérable de récolte de poissons et de mollusques. Les courants côtiers maintiennent les éléments nutritifs en suspension et la proximité de l'embouchure du fleuve Sénégal attire les poissons et les mollusques qui utilisent l'estuaire comme zone de frai.

Les conditions d'hypersalinité, notamment lorsqu'elles se doublent d'une température élevée de l'eau, peuvent réduire la productivité des poissons et épuisent un écosystème aquatique entier. Les experts pensent que les stocks de poissons et les mangroves du bassin du fleuve Gambie ont décliné au cours des années passées, principalement du fait des eaux hypersalines (DeGeorges, 1985). Toutefois, il est estimé que les niveaux de salinité en deçà de 50 parties pour mille ne devraient pas affecter les pêches de crevettes (université du Michigan, 1985). De nombreuses espèces de poissons exigent des niveaux de salinité inférieurs à 10 à 15 parties pour mille pendant leur période juvénile.

Même lorsque le barrage de Diama sera construit, les marigots de Tiallakt et de Gueyeloube, ainsi que les marigots voisins, pourront toujours servir de pêches d'estuaire. En outre, du fait que les courants repoussent l'eau salée le long du Tiallakt vers les dépressions de Diaouling et de Nter, une période de transition entre les eaux salées et les eaux douces se crée naturellement.

Les estimations concernant les rendements halieutiques et le nombre d'oiseaux qui se nourrissent de poissons, présentées au Tableau B-2, sont basées sur les caractéristiques bathymétriques de chaque étendue d'eau et

TABLEAU B-2

Rendements halieutiques potentiels et nombre d'oiseaux
dans le bas delta mauritanien
dans les conditions moyennes existantes

<u>Zone</u>	<u>Région inondée en hectares</u>	<u>Rend.hal., tonnes pour une partie de l'année</u>	<u>Nombre d'oiseaux se nour. de poissons pendant une partie de l'année</u>
I (A') Tiallakt Gueyeloube & marigot côtier	1000 salée	80 à 150	840 à 1600 pdt 9 mois
I(A') Tiallakt	1900 douce à 0,5m	29 à 38	300 à 400 pdt 2 à 3 mois
I (A) Tiallakt Gueyeloube marigot côtier	1400 salée	110 à 210	1200 à 2200 pdt 9 mois
I (A) Tiallakt	2400 douce à 0,5m	36 à 48	380 à 500 pdt 2 à 3 m.
II(A') Tiallakt, Khurumbam, Bell	920 salée	60 à 120	630 à 1300 pdt 9 mois
II (A') Tiallakt, Khurumbam, Bell, Nter	1400 douce	21 à 28	220 à 290 pdt 2 à 3 m.
II (A) Tiallakt, Khurumbam, Bell, Nter	520 salée	30 à 60	320 à 630 pdt 9 mois
II (A) Tiallakt, Khurumbam, Bell, Nter	920 douce	14 à 18	150 à 190 pdt 2 à 3m.
III Yatfayle	800 douce à 0,5m	12 à 16	130 à 170 pdt 2 à 3m.
IV Diaculing, Bell, Mreau	3000 douce à 0,5m	45 à 60	470 à 630 pdt 2 à 3m.
V Chott Boul, Tumbos	220 salée tte l'année	220 à 440	2300 à 4600 tte l'année
V Tianbrank & marigots voisins	220 douce à 0,5m	30 à 40	320 à 420 pdt 2 à 3m.
Totaux	jusqu'à 11.000	500 à 900	5300 à 9500

Hypothèses: L'eau est salée 9 mois de l'année (à l'exception de Chott Boul - 12 mois), et l'eau est douce à 0,5 mètre pendant 3 mois de l'année.
Les rendements halieutiques dans l'eau salée sont de 100 à 200 kilos par hectare et par an.

Les rendements halieutiques dans l'eau douce sont de 60 à 80 kilos par hectare et par an.

Les oiseaux mangent 50% des poissons.

Le nombre d'oiseaux est basé sur le chiffre de 21 oiseaux par tonne de poisson disponible (29 livres de poissons par jour pour 100 oiseaux, 365 jours/an). Outre la disponibilité du poisson, aucun autre facteur n'est supposé affecter le nombre d'oiseaux.

Le fleuve Sénégal lui-même n'est pas compris dans les estimations.

calculent le nombre de poissons et d'oiseaux par unité de surface. On estime que c'est la région de Chott Boul et l'intérieur des marigots d'eau salée qui présentent les rendements halieutiques les plus importants et le plus grand nombre d'oiseaux. La Zone IV pourrait assurer la subsistance de nombreux oiseaux et donner de bons rendements halieutiques si l'eau douce y était disponible tout au long de l'année.

En supposant que la moitié des ressources en poissons est récoltée par les pêcheurs, il sera possible de faire les prises de poissons suivantes (en tonnes):

Tableau B-3

Evaluation des prises possibles de poissons

<u>Zone du delta</u>	<u>Suppositions</u>	<u>Prise de poissons en tonnes</u>
I et II	Eau salée dans les marigots 9 mois par an	70 à 130
	Eau douce à 0,5m IGN 2 à 3 mois par an	25 à 40
III	Eau douce à 0,5m 2 à 3 mois par an	6 à 8
IV	Identique à la Zone III	20 à 30
V	Identique à la Zone III	15 à 20
-	Chott Boul, eau salée tout au long de l'année	<u>110 à 220</u>
	Total	250 à 450

Les techniques de pêche du delta sont basées sur l'utilisation de filets et de pièges. Quelques observations ont été faites au cours de cette étude et par DeGeorges (1984):


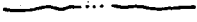





<u>Village</u>	<u>Zone de pêche</u>	<u>Techniques</u>	<u>Commentaires</u>
Ziré	Khurumbam, Bell Diaouling	Seines de plage et pièges le long des marigots lorsque la crue se retire	Peu de pêche pendant la crue. Pêche idéale 2 mois avant la crue. Pièges non utilisés récemment du fait de l'absence de crue.
Tweikitt et Beret	Tiallakt et région de Diama	Lancement de filets à partir de pirogues, araignée	-
Sbeikha	Chott Boul.	Araignée	-

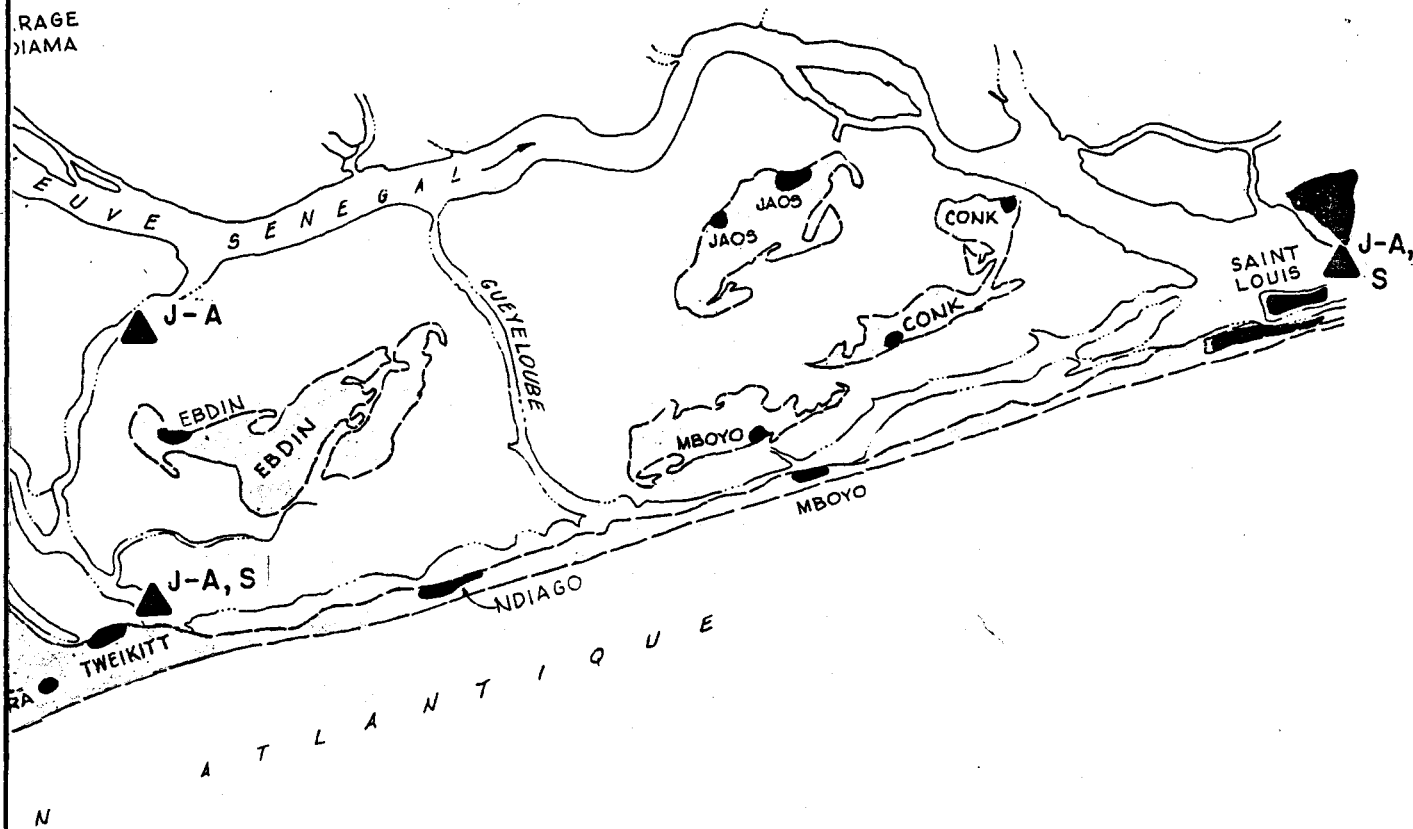
Trente pour cent du poisson pris se perdent au cours de l'entreposage ou du transport. Le poisson moyen pêché dans le delta mesure de 60 à 90 mm. La diversité des espèces, la longueur des poissons et les rendements halieutiques ont sensiblement baissé au cours des années passées du fait de la sécheresse. Une fois pêché, le poisson est généralement séché et, lorsque cela est possible, transporté jusqu'au marché à pied ou à dos d'âne.

Des observations sur les espèces de poissons et leur dimension, ainsi que sur la qualité de l'eau dans le bas delta mauritanien ont été relevées du 16 juillet au 9 août 1985 et du 21 au 27 septembre 1985. Juste avant que la crue annuelle n'atteigne le delta, la période de juillet-août a présenté les caractéristiques d'une saison sèche tardive. La période de septembre a suivi le plus fort de la crue de 1985 d'environ deux semaines. On trouvera sur la Figure B-1 les emplacements où l'on a effectué une pêche à la seine et un mesurage de la qualité de l'eau. Les résultats de ces travaux sont résumés sur les Tableaux B-4 à B-6.

En 1985, les travaux sur le terrain ont englobé la pêche à la seine avec des filets (6 mètres de long, 2 mètres de large; mailles d'un centimètre), un mesurage de la qualité de l'eau (oxygène dissous et température de l'eau avec un mètre YSI; réfractomètre pour la salinité; pH avec papier tournesol; et conductivité avec une pièce de connexion

LEGENDE / LEGEND

FLEUVE SENEGAL		SENEGAL RIVER
MARIGOTS		MARIGOTS
VILLES, CAMPMENTS		TOWNS, CAMPS
DUNE		SAND DUNE
MARES ET DEPRESSIONS		POOLS AND DEPRESSIONS
PECHE A LA SEINE SEPTEMBRE 1985		S SEINED SEPTEMBER 1985
PECHE A LA SEINE JUILLET-AOUT 1985		J-A SEINED JULY - AUGUST 1985



<p>FEASIBILITY STUDY OF AN ARTIFICIAL ESTUARY IN THE LOWER MAURITANIAN DELTA</p>	<p>ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL DANS LE BAS DELTA MAURITANIE</p>
<h3 style="margin: 0;">LIEUX DE PECHE A LA SEINE EN 1985</h3> <h3 style="margin: 0;">SEINING LOCATIONS DURING 1985</h3>	
<p>U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT</p>	<p>DAKAR, SENEGAL</p>

FIGURE B-1

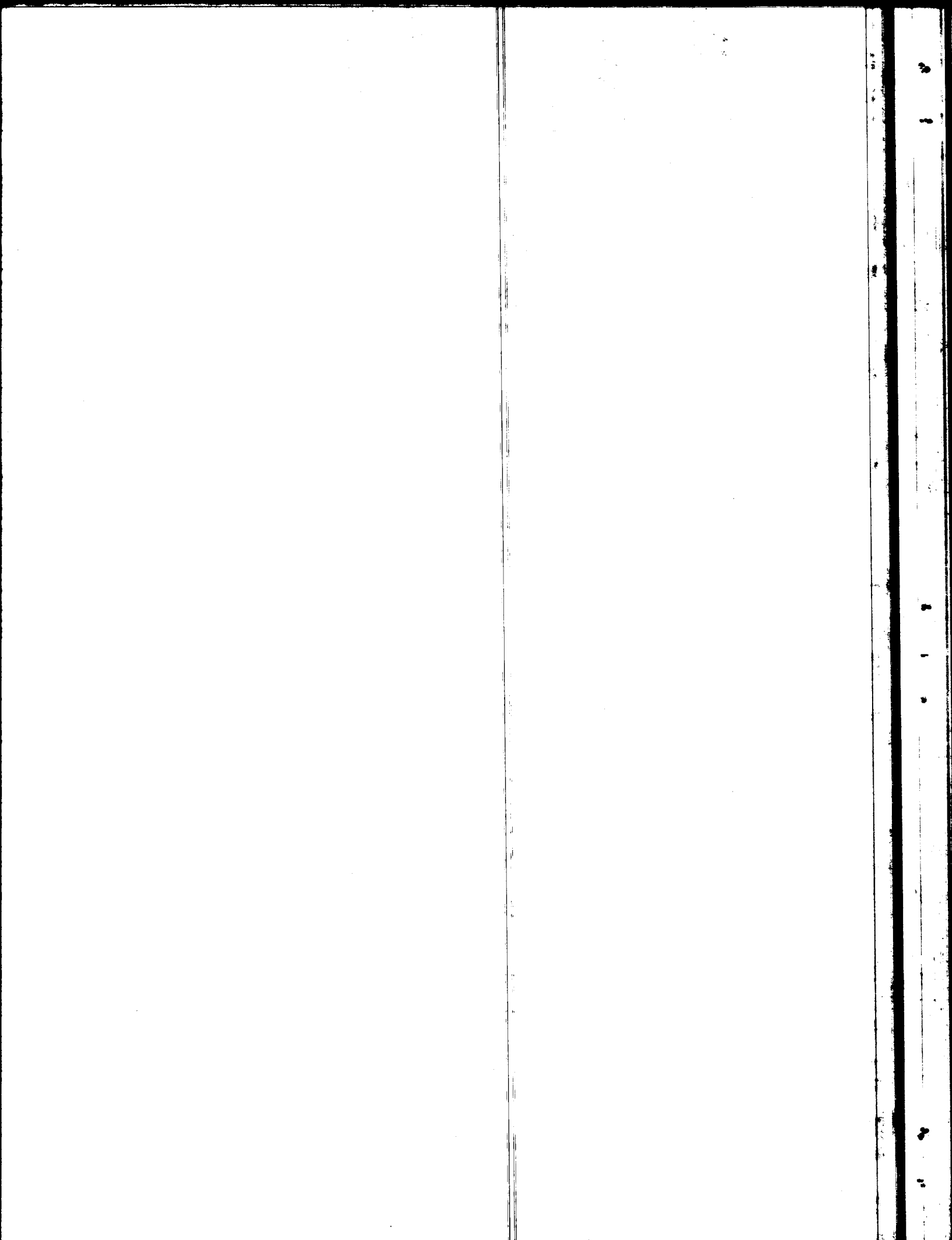


Figure B-1 Goes Here

TABLEAU B-4

Types de poissons observés dans le bas delta mauritanien:
juillet - septembre 1985

<u>Désignation</u>		<u>Especies</u>
1	Poisson	<u>Sarotherodon melanotheron</u>
2	Poisson	<u>Tilapia guineensis</u>
3	Poisson	<u>Ethmalosa fimbriata</u>
4	Poisson	<u>Liza dumerili</u>
5	Poisson	<u>Mugil curema</u>
6	Poisson	<u>Pomadasys jubelini</u>
7	Poisson	<u>Dicentrarchus punctatus</u>
8	Poisson	Gobies
9	Poisson	Flatfish
10	Poisson	<u>Elops senegalensis</u>
11	Poisson	Stingray
12	Poisson	<u>Hemichromis fasciatus *</u>
13	Poisson	<u>Barbus leonensis</u>
14	Poisson	<u>Pellonula afzeliusi</u>
15	Poisson	<u>Periophthalmus papizio</u>
16	Poisson	<u>Gerres melanopterus</u>
17	Poisson	<u>Sardinella eba</u>
18	Poisson	<u>Chrysichthys auratus</u>
19	Poisson	<u>Symphiumus spp</u>
20	Poisson	<u>Syngnathus spp</u>
21	Poisson	<u>Tilapia spp</u>
22	Poisson	<u>Schilbe mystus</u>
23	Poisson	<u>Clarias senegalensis</u>
24	Poisson	<u>Hydrocyon forskali</u>
25	Poisson	<u>Elops lacerta</u>
26	Poisson	<u>Polydactylus quadrifidus</u>
27	Poisson	<u>Tilapia zizlii</u>
28	Poisson	<u>Trachinotus spp</u>
29	Poisson	<u>Alestes leuciscus</u>
30	Poisson	<u>Alestes dentex</u>
31	Poisson	<u>Marcusensis elongatus</u>
32	Poisson	<u>Sarotherodon niroticus</u>
33	Poisson	<u>Cynoglossus senegalensis</u>
34	Poisson	<u>Porogobius schlegeli</u>
35	Poisson	<u>Gabionellus occidentalis</u>
36	Poisson	<u>Hostia moorii</u>
37	Poisson	<u>Psettias sebae</u>
38	Poisson	<u>Caranx spp</u>
39	Poisson	<u>Eleotris senegalensis</u>
A	Mollusque	<u>Callinectes spp</u>
B	Mollusque	<u>Pennaeus duorarum</u>
C	Mollusque	<u>UCA tangiers</u>
D	Mollusque	<u>Macrobrachium spp</u>

* Observe uniquement dans les eaux douces du marigot de Lampsar.

Note: Ces désignations sont utilisées dans les Tableaux B-5 et B-6.

TABLEAU B-5

Mesurages sur le terrain du bas delta mauritanien
juillet et aout 1985

Emplacement	Date, Mois-jour-année	Heure	Salinité, ppm	Température de l'eau en °C	Oxygene dissous, mg/l	Poisson**
Diama	7-16-85	0745	32	-	-	-
Bell	7-16-85	0920	118*	-	-	-
Beret	7-16-85	1150	36	-	-	1,2,9
Tiallakt	7-16-85	-	42*	32	-	3,4
Marigot pres de Tiallakt	7-16-85	-	40*	31,5	-	1,6,15
Barrage de Diama	7-16-85	0745	32	-	-	-
Hydrobase	7-16-85	-	35	-	-	3,4,7
Maka Diama	7-17-85	1700	34	29	-	-
Hydrobase	7-17-85	1315	35	29,75	8,3	3,4,7,11, 20,8
Lampsar (eau douce)	7-17-85	1830	0	28	7,9	12,13,14, 21
Hydrobase	7-18-85	1000	35	-	-	3,4,7,8
Maka Diama	7-22-85	2300	32	-	-	-
Maka Diama	7-23-85	0830	33	28,75	-	-
Rosso	7-23-85	1220	0	-	-	-
Chott Boul	7-23-85	2000	62*	-	-	-
Region de Tianbrank	7-23-85	2200	76*	-	-	-
Sud de Hagui	7-24-85	0900	0	-	-	-
Beret	7-24-85	0950	34	-	-	1,3,6,8,7 A,B
Beret	7-24-85	1500	28	-	-	5
Maka Diama	7-24-85	1800	32	-	-	3,4,7,16, 19,A,B
Maka Diama	7-25-85	0830	32	-	-	-
Beret	7-25-85	0900	32	-	-	3,4,7,8, 6,18,9, A,B
Beret	7-25-85	1200	32	29,5	8,7	3,4,6,8 17
Beret	7-25-85	1600	32	31	10,4	-
Cote Est de Digue pres de Beret	7-25-85	1630	114*	34,2	11,8	-
Beret	7-25-85	1800	32	30,5	9,5	-
Maka Diama	7-26-85	1000	32	-	-	-
Beret	7-26-85	1030	32	-	-	2,3,4
Marigot près de Beret	7-26-85	1200	0	-	-	-
Marigot près de Beret	7-26-85	0600	25	-	7,15	-
Marigot près de Beret	7-26-85	1100	28,8	-	8,2	-
Marigot près de Beret	7-26-85	1700	33,8	-	13,2	-

TABLEAU B-5 (Cont'd.)

Mesurages sur le terrain du bas delta mauritanien
juillet et aout 1985

Emplacement	Date, Mois-jour-année	Heure	Salinité, ppm	Température de l'eau en °C	Oxygene dissous, mg/l	Poisson**
Marigot près de Beret	7-29-85	0630	24,5	-	6,6	-
Beret	7-27-85	1115	33	-	-	3,4,6 A,B
Tiallakt	7-27-85	1700	46*	-	-	-
Tiallakt	7-28-85	1100	38	31,5	-	3,A,C
Tiallakt pres de Dar el Salam	7-28-85	1200	60*	32,25	-	1,3,4,10
Bell	7-28-85	1310	53*	-	-	1,10
Côté Nord de Bell à B	7-28-85	1310	2	-	-	-
Nderaya	7-28-85	1630	5	-	-	-
Bell	7-28-85	1400	54*	-	-	-
Njorax (eau de pluie)	7-28-85	1400	Trace	-	-	-
Beret	7-29-85	1000	33	-	-	-
Bell	7-29-85	1100	56*	-	-	-
Khurumbam	7-29-85	1230	12	-	-	-
Tiallakt en face de Arafata	7-29-85	1330	60*	-	-	-
Tiallakt	7-29-85	-	54*	-	-	-
Beret	7-30-85	0915	38	-	-	15
Nord de Tichilit	7-30-85	1130	82*	-	-	-
Tumbos	7-30-85	1145	59*	-	-	-
Khurumbam	7-30-85	1630	75*	32	-	1,4
Bell	7-30-85	1730	60*	-	-	-
Maka Diama	7-30-85	1815	35	-	-	-
Chott Boul	7-30-85	1200	36	-	-	(A la mer)
Chott Boul	7-30-85	1230	35	-	-	4 (intérieur des terres)
Chott Boul	7-30-85	1330	34	-	-	3,4,17, 6,7,5
Beret	7-31-85	1100	34	29	-	1,4,6,16
Maka Diama	7-31-85	1015	31	-	-	-
Tiallakt	7-31-85	1400	46*	31	-	1,4,6
Beret	8-1-85	1015	32	28,5	-	4,5,1,6, 16,A,B
Bell	8-1-85	1400	59*	32,5	-	-
Khurumbam	8-1-85	1430	76*	34	-	1,5
Maka Diama	8-2-85	1130	28	28	-	3,4,5,7
Beret	8-2-85	1145	25	27,5	-	1,3,4,5
Près de A' du côté du marigot	8-2-85	1315	31	35	-	1,4,5
Près de Tweikitt, fin du bras #1	8-2-85	1410	19	-	-	-

TABLEAU B-5 (Cont'd.)

Mesurages sur le terrain du bas delta mauritanien
juillet et aout 1985

Emplacement	Date, Mois-jour-année	Heure	Salinité, ppm	Température de l'eau en °C	Oxygene dissous, mg/l	Poisson**
Tiallakt	8-2-85	1442	46*	32	-	4,5,16
Beret	8-2-85	1610	30	29	-	-
Maka Diama	8-3-85	0830	15	-	-	-
Barrage de Diama	8-3-85	0833	20	-	-	-
Entrée de Beret	8-3-85	0837	22	-	-	-
Beret	8-3-85	0840	31	-	-	-
Beret	8-3-85	1200	31	-	-	-
Beret	8-3-85	1420	26	-	-	-
Beret	8-3-85	1600	26	-	-	-
Entree de Beret	8-3-85	1830	21	-	-	-
Barrage de Diama	8-3-85	1832	18	-	-	-
Maka Diama	8-3-85	1835	16	-	-	-
Maka Diama	8-4-85	0815	10	27,75	-	1,3,4,5 7,16
Maka Diama	8-4-85	0930	8	-	-	-
Maka Diama	8-4-85	1030	6	-	-	-
Maka Diama	8-4-85	1930	5	-	-	-
Maka Diama	8-4-85	2000	1	-	-	1,7,18,A
Maka Diama	8-8-85	0830	0	-	-	-
Barrage de Diama	8-8-85	0835	0	-	-	-
Beret	8-8-85	0845	4	27,5	-	-
Tiallakt	8-8-85	1000	8	-	-	4,6,16,9
Bell	8-8-85	1100	67*	-	-	1,4
Bell (côté Nord a B)	8-8-85	1100	6	-	-	-
Khurumbam	8-8-85	1130	68*	30	-	4,5
Confluent du Bell, du Tiallakt et du Khurumbam	8-8-85	1200	65*	-	-	-
Maka Diama	8-8-85	1700	12	-	-	4,5,7
Maka Diama	8-9-85	0745	0	27	-	4,5,7,A

Note: A 80 parties pour mille de salinité, la concentration en oxygène dissous dans de l'eau a 100 pour cent de saturation est d'environ 3 et 2,5 mg par litre à 30°C et 40°C respectivement.

* Condition hypersaline (salinité supérieure à 40 parties pour mille).

** Les chiffres et les lettres se réfèrent aux types de poissons dont la liste figure au Tableau B-4.

Tableau B-6

Mesurages sur le terrain dans le bas delta mauritanien
Septembre 1985

Emplacement	Date, Mois-jour-année	Heure	Salinité, ppm ¹	Température de l'eau en °C	Conductivité, micromhos par centimètre	Poissons ²	pH
Beret	9-17-85	-	0,0	-	222	1,4	7,0
Maka Diama	9-17-85	-	0,0	-	11,5	22,23,24,25, 26,27,B	7,0
Lampsar	9-17-85	-	0,0	-	21	14,10,13,12, 22,18	7,0
A "A", le long de Tiallakt	8-17-85	-	3,0	-	13,5	4,3,14,B	basique
Maka Diama	9-21-85	-	-	-	41	-	-
Maka Diama	9-21-85	1930	0,0	27	-	-	-
Maka Diama	9-22-85	-	0,0	28	10,4	-	-
Maka Diama	9-22-85	1130	0,0	28	9,2	22,23,25,32, 33,30,29,14, 18,13,31,D	-
Beret	9-22-85	1745	0,0	30	15,8	23,22,14,3,25, 18,29,28,27	-
Ocean	9-23-85	0900	30,0	-	5090	-	basique
Maka Diama	9-23-85	1300	0,0	28	13	14,22,23,26, 13,4,29,30	-
Maka Diama	9-24-85	0830	0,0	28	10	-	légèrement acidique
Bell à "B"	9-24-85	1045	0,0	28	123	-	légèrement acidique
Tiallakt en face de Tweikitt #2	9-24-85	1030	0,0	28	25	-	légèrement acidique
Khurumbam	9-24-85	1130	0,0	28	170	3,16,25,4,1	très légèrement acidique
Tiallakt en face de Mdeidina	9-25-85	0945	0,0	28	55,5	3,14,22,6,23, 13,34	très légèrement acidique
Maka Diama	9-25-85	0845	0,0	28	8,1	-	neutre
Tweikitt I	9-25-85	1100	0,0	28	180	16,28,3,23,14, 18,25,4,30,35, 1,B	légèrement acidique
Maka Diama	9-26-85	0945	0,0	28	8,3	36,26,23,14, 29,30,25,13 18,22,D	neutre
Maka Diama	9-27-85	0900	0,0	28	7,6	-	légèrement acidique
Hydrobase à Saint-Louis	9-27-85	1000	0,0	28	21,5	1,32,2,37,23, 22,12,7,38,39, 35,30,16,6,14, 3,25	neutre

¹ ppm - parties pour mille (équivalent à des grammes par litre).

² Les chiffres et les lettres font référence à des types de poissons dont la liste figure au Tableau B-4.

Note: En outre, l'oxygène dissous à Beret le 22 septembre 1985 à 17h45 a été mesuré à 6,5 mg/litre.

TABLEAU B-7

Liste partielle de la faune et de la flore rencontrées
dans le Parc national de Djoudj

<u>Type</u>		<u>Nom</u>
Primates	1. Patas	<u>(Ertthrocebus patas)</u>
Rongeurs	2. Lièvre	<u>(Lepus aegyptius)</u>
	3. Porc-épic	<u>(Hystrix cristata)</u>
	4. Ecureuil fouisseur	<u>(Euxerus erythropus)</u>
	5. Rat roussard	<u>(Arvicanthis niloticus)</u>
	6. Rat gris	<u>(Mastomys spp.)</u>
	7. Gerbille de Cuvier	<u>(Taterillus pyargus)</u>
	8. Gerbille de Wettstein	<u>(Desmodilliscus braueri)</u>
	Carnivores	9. Chacal commun
10. Zorille commune		<u>(Zorilla striatus senegalensis)</u>
11. Civette		<u>(Civettictis civetta)</u>
12. Mangouste ichneumon		<u>(Herpestes ichneumon)</u>
13. Hyène rayée		<u>(Hyaena hyaena dubbah)</u>
14. Chat de Lybie		<u>(Felis sylvestris lybyca)</u>
15. Serval		<u>(Felis serval)</u>
16. Guépard		<u>(Acinonyx jabatus)</u>
Artiodactyles	17. Phacochère	<u>(Phacochoerus aethiopicus)</u>
	18. Cobe de roseaux	<u>(Redunca redunca redunca)</u>
	19. Gazelle à front roux	<u>(Gazelle rubifrons)</u>
	20. Gazelle dorcade	<u>(Gazelle dorcas)</u>
Siréniens	21. Lamantin ¹	<u>(Manatus senegalensis)</u>
Reptiles	22. Crocodile du Nil ¹	<u>(Crocodylus niloticus)</u>
	23. Varan du Nil	<u>(Varan niloticus)</u>
	24. Petit lézard	<u>(Varan exanthematicus)</u>
	25. Python de Seba	<u>(Python de Seba)</u>
	26. Vipère	<u>(Vipere heurtante)</u>
Oiseaux protégés ²	27. Cigogne blanche	<u>(Ciconia ciconia)</u>
	28. Aigrette	<u>(Egretta spp.)</u>
	29. Grande outarde	<u>(Eupodotis spp.)</u>
	30. Grue	<u>(Belearica spp.)</u>
	31. Flamant	<u>(Phoenicopterus spp.)</u>

¹ Espèce complètement protégée

² La liste des espèces portant les numéros 27 à 31 a été dressée en accord avec la Convention africaine pour la conservation et le développement de la faune et de son habitat. La liste des espèces portant les numéros 32 à 36 a été dressée en accord avec la Convention sur le commerce international des espèces en voie de disparition de la faune et de la flore.

	32. Grue commune	(<u><i>Grus grus</i></u>)
	33. Aigle	(<u><i>Aquila et Haliaetus</i></u> spp.)
	34. Orfraie	(<u><i>Pandion haliaetus</i></u>)
	35. Petit duc	(<u><i>Opus scops</i></u>)
	36. Spatule d'Europe	(<u><i>Platalea leucorodia</i></u>)
Oiseaux se	37. Pélican blanc	(<u><i>Pelecanus onocrotalus</i></u>)
nourrissant	38. Grand cormoran	(<u><i>Phalacrocorax</i></u> spp.)
de poissons ³	39. Grande aigrette	(<u><i>Egretta alba</i></u>)
	40. Cigogne noire	(<u><i>Ciconia nigra</i></u>)
	41. Marabout	(<u><i>Leptoptilos crumeniferus</i></u>)
	42. Tantale	(<u><i>Ibis ibis</i></u>)
	43. Spatule blanche	(<u><i>Platalea alba</i></u>)
	44. Echasse	(<u><i>Himantopus</i></u> spp.)

³ Selon Fournier et Smith (sans date).

Barnstead, Modèle PM-70CB avec une pile Beckman K10). Voici quelques observations sur les mesures prises sur le terrain:

- o On a observé environ 20 espèces de poissons en juillet et août 1985, mais nombre d'entre eux n'ont pas été vus fréquemment et certains n'ont été observés que dans le fleuve Sénégal lui-même et pas dans les marigots.
- o Les genres de poissons les plus couramment observés en juillet et août 1985 dans le Tiallakt, le Khurumbam, le Bell et leurs affluents étaient les espèces du Sarotherodon et du Liza.
- o En juillet et en août 1985, les genres de poissons le plus fréquemment observés dans le fleuve Sénégal et le Chott Boul appartenaient aux espèces du Liza, Ethmalosa et Dicentrarchus.
- o En juillet et août 1985, des conditions hypersalines ont été observées, particulièrement dans les marigots de Khurumbam et de Bell. Les genres de poissons le plus fréquemment observés dans des conditions hypersalines appartenaient aux espèces du Sarotherodon et du Liza. Les poissons observés étaient moins nombreux dans les conditions hypersalines.
- o En septembre 1985, les genres de poissons le plus souvent observés lorsque l'eau douce avait rempli les marigots étaient le Pellonula, le Schilbe, le Clarias et l'Ethmalosa.
- o Le pH mesuré et les concentrations en oxygène dissous ne limiteront pas la production halieutique. Les concentrations d'oxygène dissous étaient suffisantes pour entretenir facilement la vie aquatique alors que les valeurs mesurées du pH étaient telles qu'elles avaient été prévues: légèrement acides pour l'eau douce et légèrement basique pour l'eau salée.

- o Certaines crevettes (Penaeus monodon) et certains crabes (Callinectes spp.) ont été observés dans le bas delta mauritanien au cours des travaux sur le terrain.

Reizer (1984) signale que les genres de poissons estuariens suivants sont les plus courants: Ethmalosa, Pellonulla, Tilapia, Heudeloti et Guineensis. DeGeorges (1984) précise que l'Ethmalosa peut supporter des eaux hypersalines.

Afin de comprendre comment les poissons estuariens utilisaient les ressources alimentaires du fleuve, le contenu de l'estomac de quelques-uns des poissons les plus courants a été examiné. Ces examens ont consisté en une analyse sommaire du contenu de l'estomac de cinq poissons de chacune des plusieurs espèces rassemblées en juin et juillet 1985. On a observé que le Mugil curema (longueur totale (L.T.) 130 à 138mm) et le Liza dumerili (L.T. 100 à 113mm) ingéraient des matières organiques se trouvant sur et dans les sédiments. Les Sarotherodon melanotheron (L.T. 80-90mm) avaient aussi des sédiments dans leur estomac. L'estomac d'un Elops senegalensis (L.T. 133mm) contenait 8 poissons larvaires. Il s'agissait probablement du S. Melanotheron heudeloti. L'estomac des Dicentrarchus punctatus (L.T. 74 à 103mm) contenait des coléoptères et des larves d'insecte. L'estomac d'un seul Pomadasys jubelini (L.T. 84mm) contenait des écailles de poisson. Plusieurs Ethmalosa fimbriata (L.T. 90 à 100mm), dont l'estomac a été examiné, contenaient uniquement des substances végétales (probablement du phytoplancton).

Mis à part Beret et Chott Boul, l'équipe sur le terrain n'a pas observé de pêche en juillet, en août et à la fin de septembre 1985. A Beret, on utilisait des éperviers; à Chott Boul, des araignées. Des pièges fabriqués avec des branches d'acacia ont été vus le long du marigot de Bell, mais ceux-ci n'ont pas été conservés.

B.2 La faune et la flore du delta

De nombreux types d'oiseaux différents, de mammifères et de reptiles vivent dans cette région lorsque les conditions environnementales sont favorables. Des millions d'oiseaux et de nombreuses espèces de mammifères et de reptiles ont été observés dans le parc de Djoudj, qui est situé au Sénégal sur la rive opposée à la région de Diaouling. Les espèces dont on sait qu'elles sont apparues dans le Parc national de Djoudj comprennent au moins celles qui sont mentionnées dans le Tableau B-7.

Vers le milieu de l'hiver, le Parc de Djoudj au Sénégal, qui se trouve près de la région de Diaouling, contient habituellement 90 pour cent des oiseaux aquatiques hivernant dans le delta lorsque les niveaux de l'eau déclinent après la crue annuelle. La région de Djoudj est une zone critique à la survie du A. querquedula (le canard européen) qui migre tous les ans de l'Europe vers l'Asie du Nord. Roux (1974) a observé plus d'un million d'oiseaux au cours de la saison d'hivernage, notamment environ 200.000 canards migrateurs et une grande partie de la population de pélicans blancs d'Afrique de l'Ouest. Les terrains marécageux en amont du delta sont également importants, car les oiseaux aquatiques migrateurs arrivent avant que la région de Djoudj ne soit inondée annuellement par les eaux de crue.

On n'a observé qu'une poignée d'oiseaux, de phacochères et de rongeurs dans le bas delta mauritanien au cours des travaux sur le terrain effectués de juillet au début d'octobre 1985. On doit cependant supposer que la plupart des espèces dont on sait qu'elles vivent dans la région de Djoudj pourraient être introduites avec succès dans la région de Diaouling si des conditions environnementales similaires étaient créées.

Actuellement, les effets de la sécheresse prolongée sur l'habitat aquatique et terrestre sont évidents partout dans le delta. Les acacias souffrent du manque d'eau, du surpâturage et de leur utilisation excessive pour le combustible. Les palétuviers, qui sont un élément essentiel de l'environnement aquatique, sont maintenant limités à de petits îlots de croissance le long des marigots de Khuumbam et de Tiallakt. On a constaté

que le nombre des palétuviers a nettement diminué au cours de la dernière décennie du fait des eaux hypersalines, du surpâturage et de l'utilisation excessive pour le combustible. Il faut absolument régénérer cet habitat, avant d'espérer la survie de la faune et de la flore terrestre, sans même parler de son développement dans le delta.

ANNEXE C

ASPECTS CONCERNANT LES RESSOURCES EN EAU

Presque toute l'eau qui passe par le bas delta mauritanien provient des fleuves Bafing, Bakoye et Falémé situés à plus de 1.000 kilomètres en amont de Saint-Louis. Le fleuve Bafing, sur lequel la construction du barrage de Manantali est en cours, fournit plus de 50 pour cent de l'apport annuel moyen du fleuve Sénégal à Bakel.

C.1 Hydrologie du bassin du fleuve Sénégal

Le volume des crues annuelles à Bakel, qui représente le point de mesurage le plus en aval, peut varier énormément, comme l'indique le Tableau C-1. Les taux de débit annuel moyen à Bakel depuis 1903 vont d'un maximum de 1.240 mètres cubes par seconde au cours de l'année 1924-1925 à un minimum de 220 mètres cubes par seconde enregistré en 1983-1984 et 1984-1985. Pratiquement aucun affluent ne se jette dans le fleuve en aval de Bakel. Le débit qui atteint le bas delta mauritanien est inférieur au débit en amont à Bakel à cause de l'évaporation, de la consommation et du remplissage des dépressions, telles que le lac de Guiers, vu que ces eaux ne se rejettent pas dans le fleuve.

De grandes parties de la plaine d'inondation du fleuve Sénégal sont immergées lors d'une crue moyenne ou grande. Dans le cas d'une inondation moyenne, comme ce qui s'est produit en 1969, approximativement 550.000 hectares sont immergés en aval de Bakel, dont 140.000 hectares en aval de Dagana (Gannett Fleming, 1979). En dépassant les rives, cette retenue d'eau extensive a pour effet de limiter les niveaux d'eau maximum à Diama à 1,5 mètre IGN seulement au cours d'une inondation moyenne.

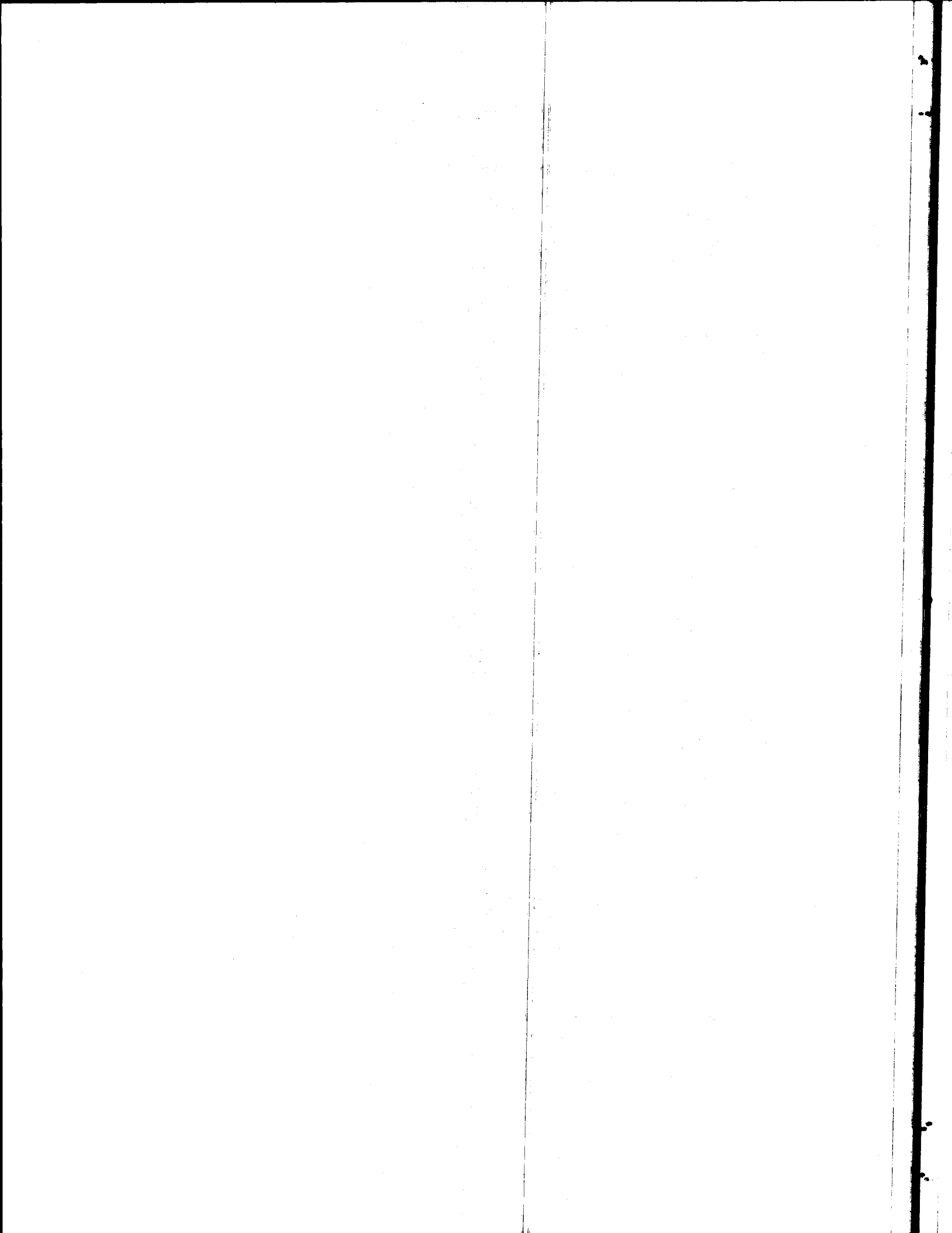


Tableau C-1

Débit annuel et volumes d'eau à Bakel
lors de certaines inondations

Pourcentage de crues inférieures à la crue de référence ¹	Taux de débit annuel moyen à Bakel, mètres cubes par seconde	Volume de débit annuel à Bakel, milliards de mètres cubes
<u>Grandes crues</u>		
99% inférieures à	1.360	43
98% inférieures à	1.280	40
plus grande enregistrée (1924)	1.240	39
96% inférieures à	1.200	38
90% inférieures à	1.060	33
50% inférieures à	700	22
<u>Petites crues</u>		
10% inférieures à	340	11
plus petite enregistrée (1983)	220	6,9
4% inférieures à	200	6,3
2% inférieures à	120	3,8

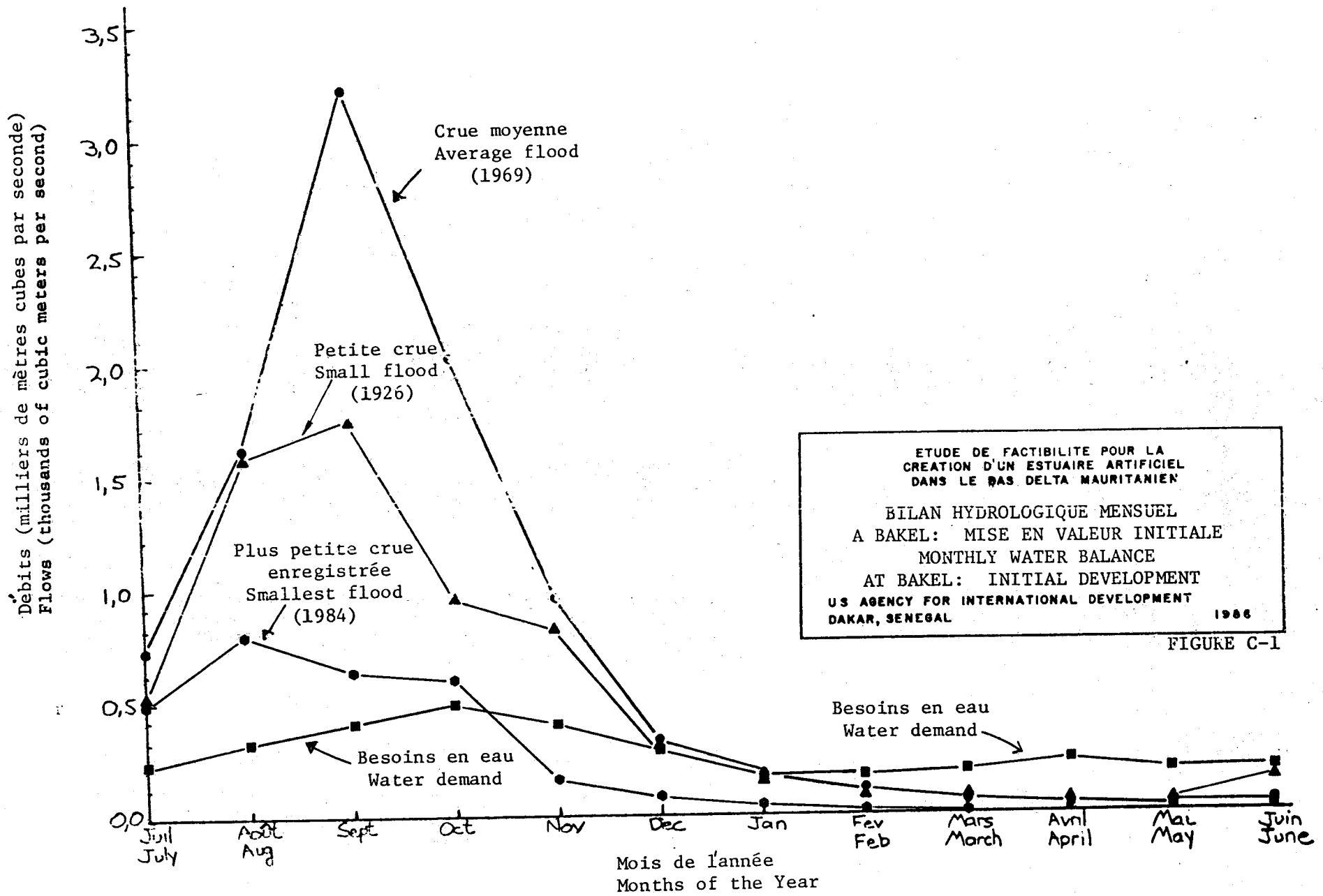
Le barrage de Diama permettra chaque année de maintenir plus longtemps des niveaux d'eau supérieurs. Le barrage de Diama servira également à empêcher l'intrusion saline en amont de Diama, phénomène qui se produit actuellement en amont jusqu'à Boghé pendant la saison sèche. Le volume d'eau retenu au réservoir de Diama dépendra non seulement du niveau d'eau du réservoir mais également de l'emplacement de la digue rive droite proposée. Tel qu'on l'a envisagé à l'origine, avec la digue rive droite en place, le réservoir de Diama retiendrait 0,26 milliard de mètres cubes en fonctionnant à un niveau d'eau de 1,5 mètre IGN pendant toute l'année. Les niveaux d'eau maximum pour la crue centennale et pour la crue millénaire seraient de 2,44 mètres IGN et de 3,22 mètres IGN respectivement (SOGREAH, 1977).

¹ Les coordonnées sont basées sur la formule type d'intervalle récurrent, où Tr (la période de retour), mesuré en années, est supposé être égal à $(n + 1)/m$; n représente les 82 années enregistrées, de 1903 à 1985, et m représente le rang de l'événement.

Le Tableau C-2 présente les estimations mensuelles des volumes d'eau employés ou perdus entre Bakel et le bas delta mauritanien pour la période initiale après la construction du barrage de Manantali; pour une période de transition de 15 ans au cours de laquelle des débits artificiels de 2.500 mètres cubes par seconde seront fournis à Bakel entre le 15 août et le 15 septembre; et pour les conditions d'aménagement finales dans lesquelles seront irrigués 375.000 hectares en amont de Diama. En fait, il sera nécessaire d'atteindre les volumes totaux présentés aux trois dernières colonnes du Tableau C-2 avant de pouvoir détourner des eaux vers le bas delta mauritanien.

La Figure C-1 présente les débits mensuels à Bakel dans les conditions de fonctionnement initiales qui seront appliquées dès l'achèvement du barrage de Manantali, ceci pour une crue historique moyenne (1969); pour une crue relativement petite (1926); et pour la plus petite crue qui ait été enregistrée (1984). La Figure C-1 présente également les emplois et les pertes mensuels entre Bakel et le delta. Un examen des deux graphiques de la Figure C-1 montre que, dans les conditions de fonctionnement initiales, le débit de Bakel serait inférieur aux emplois et aux pertes attendus en aval de Bakel, ce qui suggère clairement qu'il n'existerait pas d'eaux excédentaires disponibles à détourner vers le bas delta mauritanien pendant tous les mois de l'année. Les Figures C-2 et C-3 tracent respectivement les débits arrivant à Bakel dans les conditions de fonctionnement de la période de transition et dans les conditions d'aménagement finales. Elles montrent que seules les crues qui s'approchent de la moyenne ou qui la dépassent permettront des décharges suffisantes à Manantali pour rendre possible un détournement pendant tous les mois de l'année.

Cependant, un certain volume d'eau peut être détourné dans toutes les conditions pendant certaines périodes de l'année. Lors d'une petite crue, le réservoir de Manantali ne sera pas rempli, conduisant à un déficit au niveau des décharges au cours de la saison sèche. En cas de crue moyenne, le débit arrivant à Bakel dans les conditions d'aménagement finales



Prepared by:
GANNETT FLEMING ENVIRONMENTAL ENGINEERS, INC.

Tableau C-2

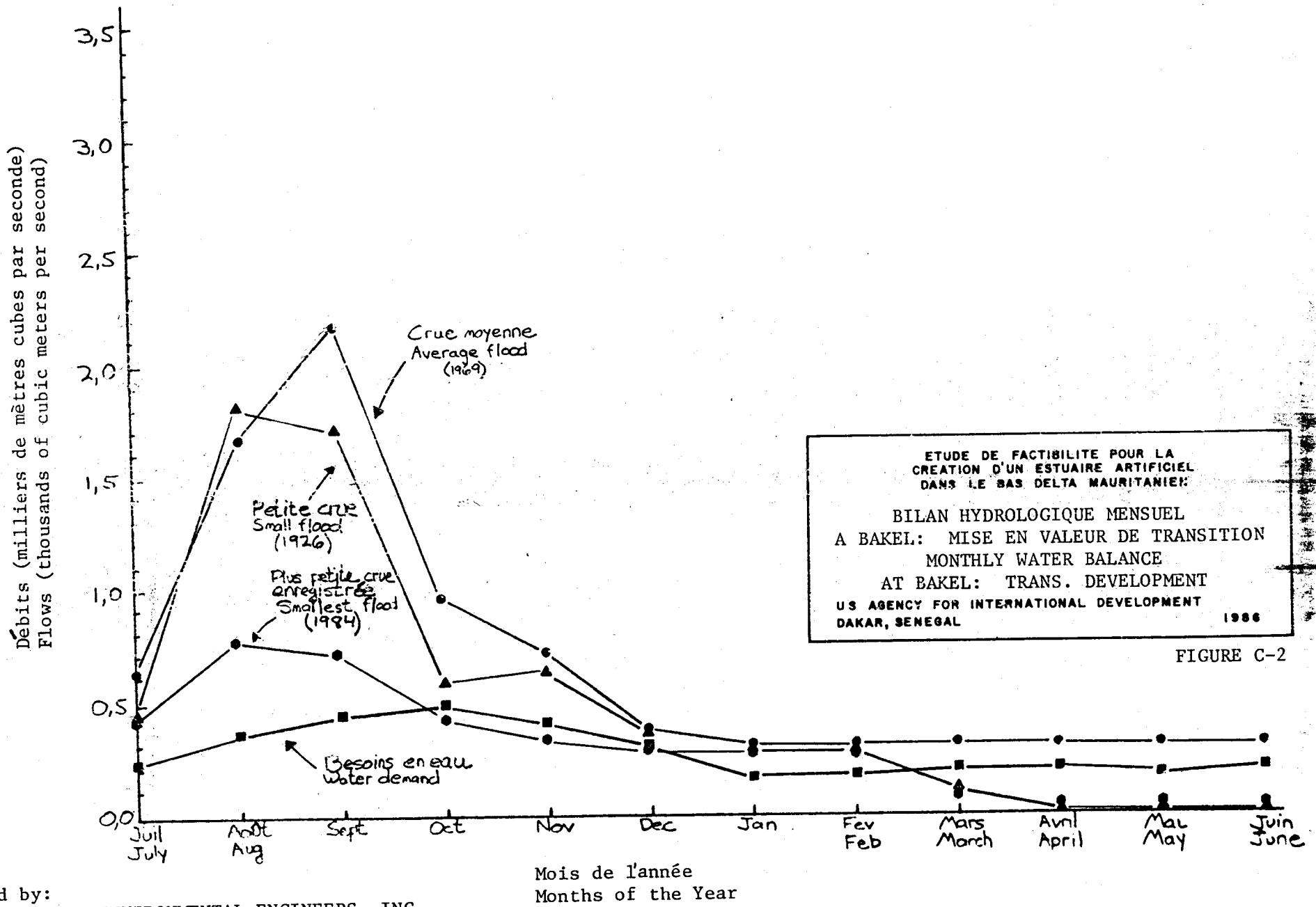
Emplois et pertes d'eau, en mètres cubes par seconde,
entre Bakel et le bas delta

	Irrigation ¹			Volume des eaux déversées dans le lac de Guiers ¹	Volume de eaux déversées dans le lac R'Kiz ¹	Volume des eaux déversées dans Aftout-es-Sahel ¹	Autre Alim. ³ en eau	Perte nette plaine d'inond. ²	Perte nette reservoir de Diama ^{1,2}	Init.	Total	
	Init.	Trans.	Fin.								Trans.	Fin.
Juillet	35	87	218	41	-	18	2	76	5	180	230	360
Août	47	117	293	94	20	56	2	75	-4	290	360	540
Septembre	37	93	233	109	45	48	2	150	-1	390	450	590
Octobre	22	56	140	107	15	41	2	280	10	480	510	600
Novembre	22	55	138	10	-	36	2	300	11	380	410	500
Decembre	22	56	140	-	-	32	2	160	12	230	260	350
Janvier	22	56	140	-	-	-	2	90	13	130	160	250
Fevrier	24	61	153	-	-	-	2	95	13	130	170	260
Mars	25	63	158	-	-	-	2	110	15	150	190	290
Avril	18	46	115	-	-	-	2	130	16	170	190	260
Mai	11	28	70	-	-	-	2	130	14	160	170	220
Juin	24	59	148	-	-	-	2	120	10	160	190	280

¹ Basé sur les besoins en eau à l'hectare, d'après la SOGREAH (1977); le volume des eaux déversées dans les lacs comprend les pertes d'eau au niveau des lacs.

² La différence obtenue en soustrayant les précipitations du total de l'évapotranspiration et des infiltrations et en multipliant la différence par la superficie estimée qui sera immergée pendant une année de crue moyenne. On suppose que les précipitations s'élèvent à 300 mm/an de juillet à octobre; que l'évaporation se chiffre à 3.000 mm/an repartis d'après GERSAR (1983); que les infiltrations s'élèvent à 1.800 mm/an, d'après GERSAR (1982).

³ Base sur GFCC (1980), Rapport partiel sur l'aménagement municipal et industriel.



Prepared by:
 GANNETT FLEMING ENVIRONMENTAL ENGINEERS, INC.

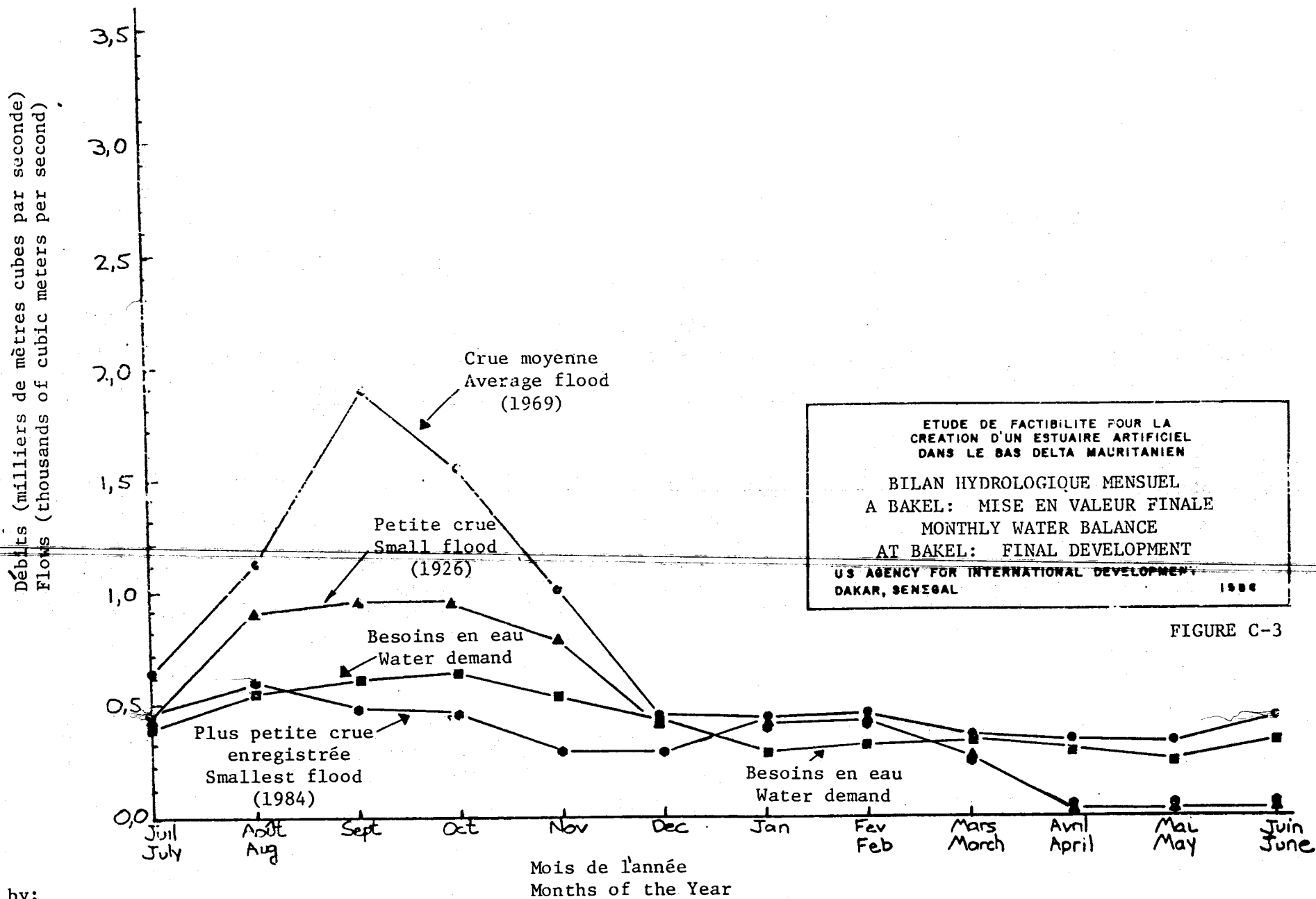


FIGURE C-3

Prepared by:
GANNETT FLEMING ENVIRONMENTAL ENGINEERS, INC.

Tableau C-3

Abaissement en saison sèche
du réservoir de Manantali
après les crues de 1969, 1926 et 1984

		Janvier - Juin			
		Débit mensuel moyen arrivant à <u>Bakel, mètres cubes par seconde</u>		Volume d'eau déchargé du réservoir de Manantali, <u>milliards de mètres cubes</u>	
		<u>avant</u>	<u>aménagement</u>		
		<u>Manantali</u>	<u>final¹</u>	<u>par accroissement</u>	<u>total</u>
<u>Crue moyenne</u>					
1970	J	160	340	0,48	0,48
	F	88	350	0,63	1,1
	M	50	310	0,70	1,8
	A	28	300	0,71	2,5
	M	9	300	0,78	3,3
	J	30	410	1,0	4,3
<u>Petite crue</u>					
1927	J	130	340	0,56	0,56
	F	75	350	0,67	1,2
	M	42	220	0,48	1,7
	A	19	6	-0,03	1,7
	M	10	2	-0,02	1,7
	J	120	0	-0,31	1,4
<u>Plus petite crue enregistrée</u>					
1985	J	17	340	0,87	0,87
	F	6	350	0,83	1,7
	M	2	220	0,58 (0,80)	2,3
	A	1	6	0,01 (0,78)	2,3
	M	0	2	0,01 (0,80)	2,3
	J	35	0	-0,09 (0,97)	2,2

¹ Source: Groupement Manantali, 1977.

n'atteindra que 60 pour cent des débits non contrôlés occasionnés par les mêmes inondations avant l'achèvement de Manantali. Cette observation est évidente, d'après les renseignements fournis au Tableau C-3 (Groupement Manantali, 1977).

Le Tableau C-4 présente les débits excédentaires disponibles au bas delta mauritanien pour les trois mêmes crues et pour les trois mêmes phases d'aménagement. Dans le cas de la plus petite crue, des eaux excédentaires ne sont pas disponibles au delta pendant au moins six mois de l'année dans toutes les conditions d'aménagement. Pour les petites crues, les eaux excédentaires ne sont pas disponibles de mars à juin. Pour toutes les crues, un moindre volume d'eau sera disponible dans les conditions d'aménagement finales en raison du volume utilisé pour remplir le réservoir de Manantali et des divers emplois liés à la consommation entre Manantali et Bakel.

C.3 Hydraulique du bas delta mauritanien

Au cours de la saison sèche, les eaux superficielles qui restent à l'intérieur du bas delta mauritanien sont surtout des eaux salines poussées vers le nord, tout le long du marigot de Tiallakt, jusqu'à la partie sud des marigots de Khurumbam et de Bell. En général, dans les dépressions, les eaux superficielles provoquées par les inondations ou par les précipitations se sont infiltrées ou évaporées, ou encore elles ont été utilisées, avant le début du mois de février, après la crue annuelle. Au sud et à l'ouest de Diama, les marigots liés au Gueyeloube restent salins pendant la saison sèche à cause des effets de la marée.

Les eaux de crue annuelles atteignant le delta entre la mi-août et la mi-septembre. Une fois que ces eaux douces pénètrent dans le delta, elles poussent les eaux salines au nord par le marigot de Tiallakt, puis à l'est de Toundou Hagui par le marigot de Bell, jusqu'aux dépressions de Diaouling et de Tianbrank, et à l'ouest de Toundou Hagui par le marigot de Khurumbam.

Tableau C-4

Débit potentiellement disponible
au bas delta du fleuve Sénégal
dans des conditions d'aménagement
initiales, de transition et finales

Débit disponible, en mètres cubes par seconde

	<u>Plus petite crue enregistrée (1984)</u>			<u>Petite crue (1926)</u>			<u>Crue moyenne (1969)</u>		
	<u>Init.</u>	<u>Trans.</u>	<u>Fin.</u>	<u>Init.</u>	<u>Trans.</u>	<u>Fin.</u>	<u>Init.</u>	<u>Trans.</u>	<u>Fin.</u>
juillet	290	200	70	320	180	50	500	390	260
août	480	430	30	1.320	1.460	350	1.350	1.320	590
septembre	190	280	*	1.350	1.250	350	2.780	1.690	1.280
octobre	70	*	*	510	40	330	1.580	450	940
novembre	*	*	*	340	200	230	580	290	500
décembre	*	10	*	30	70	*	80	80	*
janvier	*	140	90	0	140	90	30	140	90
février	*	130	90	*	130	90	*	130	90
mars	*	*	*	*	*	*	*	110	20
avril	*	*	*	*	*	*	*	110	40
mai	*	*	*	*	*	*	*	130	80
juin	*	*	*	*	*	*	*	110	130

Volume total des eaux excédentaires (en milliards de mètres cubes)

2,7 3,1 0,7 10,3 9,1 3,9 18,3 13,0 10,5

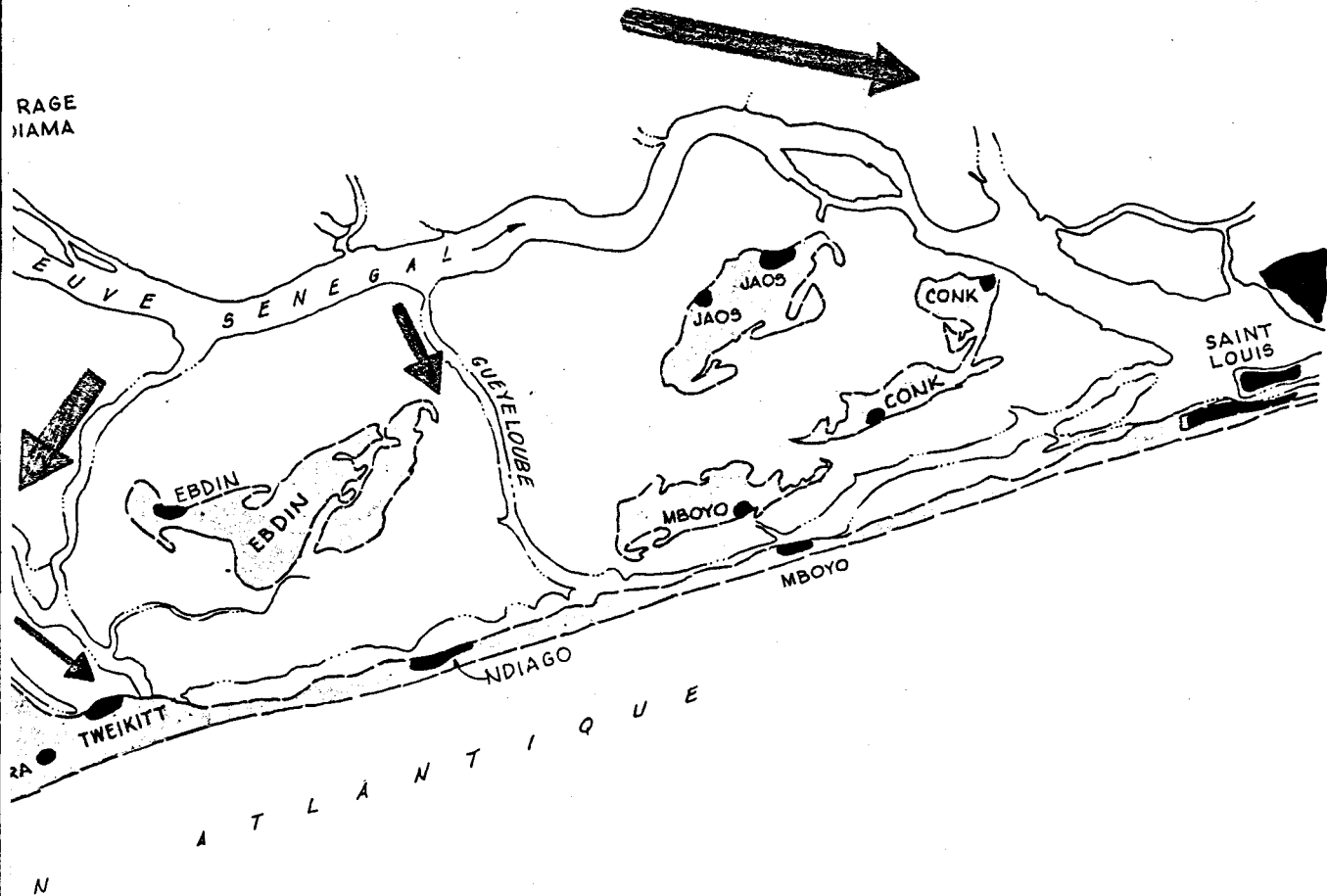
Note: Un astérisque (*) signifie que le total des utilisations et des pertes entre Bakel et le delta est supérieur au débit atteignant Bakel. Les précipitations dans le delta ne sont pas comprises. Un débit minimum de 100 mètres cubes par seconde à Diama est suffisant pour assurer la navigation pendant toute l'année. Pour un examen des règlements prévus qui s'appliqueront au fonctionnement de Manantali dans des conditions d'aménagement initiales, de transition et finales, voir Groupement Manantali, 1977.

Le mouvement général des eaux atteignant le delta est indiqué à la Figure C-4. D'après les renseignements fournis par les guides locaux, en 1984 seulement 2.500 hectares environ ont été immergés dans la zone étudiée. On pense que la dépression de Nter, qui a été remplie partiellement au cours des dernières années, n'a été alimentée que par les précipitations, en raison de la faible importance des crues. Depuis 1978, aucune inondation n'a provoqué un débit moyen sur douze mois qui dépassait 500 mètres cubes par seconde à Bakel. Avant la rupture du Chott Boul en février 1985, les eaux d'une grande crue se déversaient d'abord dans les dépressions de Diaouling et de Tianbrank puis, en succession, dans la dépression de Tombos et dans les dépressions de Aftout-Es-Sahel. Les eaux salines qui couvrent actuellement une bonne partie de la dépression de Tombos empêchent le mouvement des eaux douces au nord de la dépression de Tianbrank vers Aftout-Es-Sahel. On pense que des niveaux d'eau aussi élevés que 2,0 mètres IGN ont atteint le delta lors de grandes crues supérieures à 30 milliards de mètres cubes (Prévost, 1985). Un niveau d'eau de 2,0 mètres IGN entraîne l'inondation de tout le delta sauf les grandes dunes de Beret et de Hagui ainsi que la dune littorale.

Le mouvement des eaux de décrue dans le delta va dans le sens contraire par rapport aux eaux de crue ascendantes. Une fois que les niveaux d'eau ont atteint leur point maximum, une bonne partie des eaux de crue quittent le delta en s'écoulant vers le sud par le marigot de Tiallakt et vers Saint-Louis. Les eaux qui ne parviennent pas à rentrer dans le système de marigots restent dans les dépressions.

LEGENDE / LEGEND

- | | | |
|----------------------|--|-----------------------|
| FLEUVE SENEGAL | | SENEGAL RIVER |
| MARIGOTS | | MARIGOTS |
| VILLES, CAMPMENTS | | TOWNS, CAMPS |
| DUNE | | SAND DUNE |
| MARES ET DEPRESSIONS | | POOLS AND DEPRESSIONS |
| SENS DU COURANT | | DIRECTION OF FLOW |



FEASIBILITY STUDY
OF AN ARTIFICIAL ESTUARY
IN THE LOWER MAJRITANIAN DELTA

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

**SCHEMA DES CRUES TRADITIONNELLES
TRADITIONAL FLOODING PATTERNS**

U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT DAKAR, SENEGAL 1986

FIGURE C-4

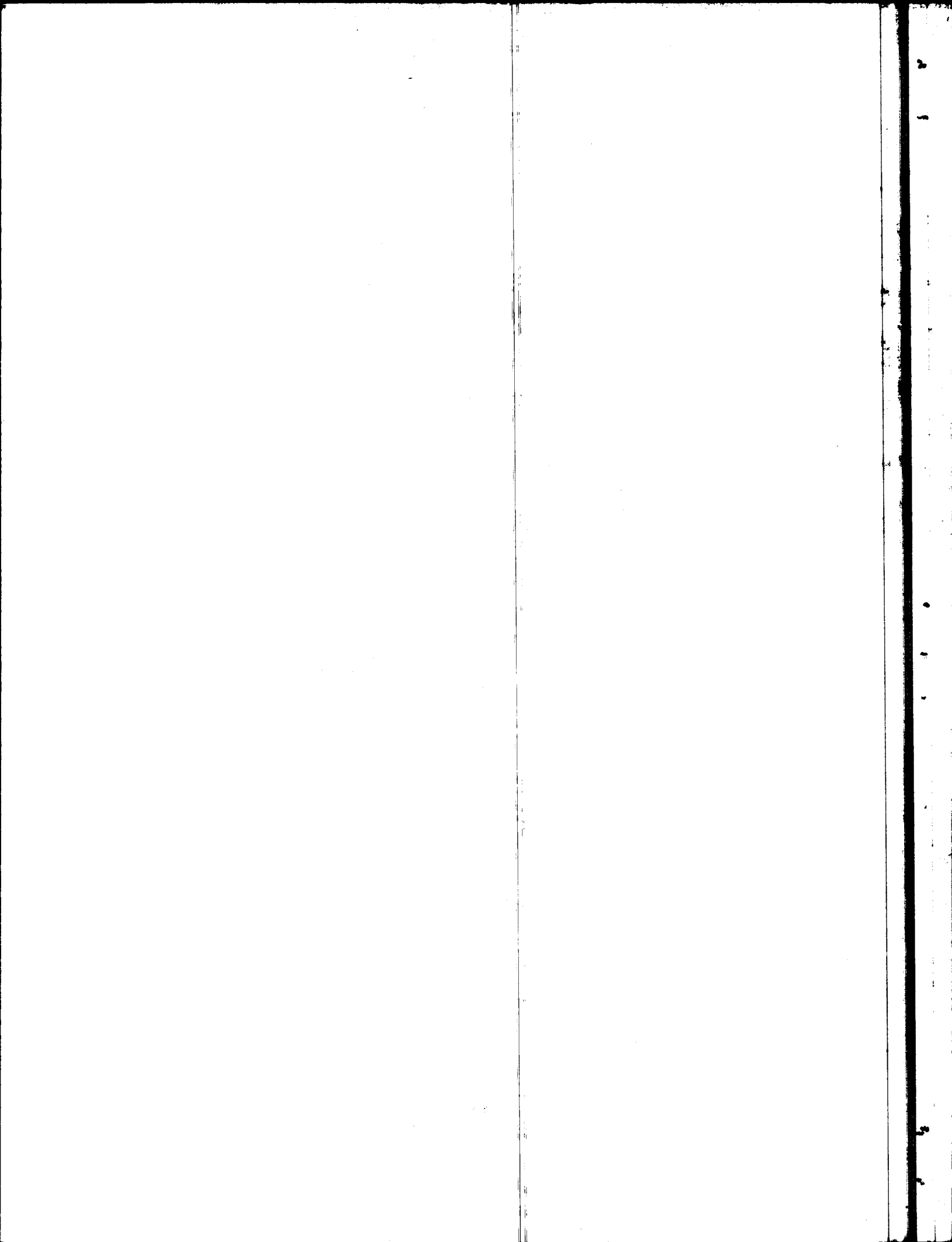


FIGURE C-4

Le Tableau C-5 présente les niveaux de crue en amont du barrage de Diama. Ceux-ci ont été estimés (Gannett Fleming, 1979) d'après le modèle des écoulements de la plaine d'inondation établi pour le bassin du fleuve Sénégal par la SOGREAH (1977). Cependant, il convient d'interpréter les résultats fournis par le modèle avec circonspection, vu que le modèle se base sur la prémisse que les eaux du fleuve Sénégal passent directement dans la dépression de Diaouling puis descendent jusqu'au marigot de Tiallakt, plutôt que de monter par le marigot de Tiallakt. Le Tableau C-6 présente les niveaux de crue à divers endroits dans le fleuve Sénégal avoisinant le delta lors de très grandes inondations. Ces niveaux sont relativement peu influencés par l'emplacement de la digue rive droite. D'après la SOGREAH (1977) et Gannett Fleming (1979), on peut exprimer ainsi les niveaux d'eau immédiatement en aval de Diama en fonction du débit:

$$N = 0,4 + 0,00032 D,$$

où N = le niveau d'eau immédiatement en aval de Diama, en mètres IGN
et D = le débit du fleuve Sénégal, en mètres cubes par seconde.

Une bonne partie des dépressions de Diaouling, de Tianbrank et de Nter se trouve en dessous de 0,5 mètre IGN et, par conséquent, présente la possibilité d'être immergée lorsque les eaux montent légèrement, comme l'indique la Figure C-5. Cependant, la capacité limitée des marigots de Bell, de Khurumbam et, à un moindre degré, de Tiallakt empêche un déversement rapide dans ces dépressions. La capacité des ouvertures de Qualalane et de Mreau est encore plus limitée que dans le cas de Bell et des autres marigots, comme l'indique le Tableau C-7. Pour permettre le remplissage des dépressions, il est donc nécessaire de maintenir les eaux à un niveau élevé pendant un certain temps. La Figure C-6 présente les volumes des trois plus grandes dépressions à divers niveaux d'eau. La durée exigée pour remplir chaque dépression, qui est présentée au Tableau C-8, se base sur son volume et sur la capacité du marigot qui l'alimente. On estime que, au niveau du fleuve Sénégal, un débit de 2.000 mètres cubes par seconde est nécessaire au cours de la période de remplissage de chaque dépression. La Figure C-7 présente les volumes qui s'appliquent aux Zones d'aménagement I - IV.

Tableau C-5

Niveau de crue
de diverses inondations,
en mètres IGN

Phase de mise en valeur

<u>En amont de Diama</u>	<u>initiale</u>	<u>de transition</u> ¹	<u>finale</u> ¹
Grande crue (1964)	1,9	1,6	1,6
Crue moyenne (1969)	1,5	1,5	1,5
Petite crue (1926)	1,1	1,5	1,5
 <u>A Saint-Louis</u>			
Grande crue (1964)	1,1	1,0	1,0
Crue moyenne (1969)	1,0	0,8	0,8
Petite crue (1926)	0,8	0,8	0,8

¹ Les niveaux de crue à l'intérieur du réservoir de Diama au barrage qu'on présente ici pour les phases de mise en valeur de transition et finale se basent sur des calculs qui supposent que la digue rive droite est déjà en place (SOGREAH, 1977 et Gannett Fleming, 1979).

Tableau C-6

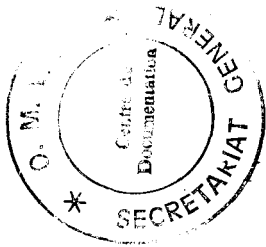
Niveaux de crue de très grandes inondations .
à divers endroits le long du fleuve Sénégal

Niveaux de crue aux endroits indiqués, en mètres IGN¹

	<u>Ndiadier</u>	<u>Oualalane</u>	<u>Mpéau</u>	<u>Diana</u>	<u>Saint-Louis (en aval)</u>
Crue du siècle	3,1	2,9	2,8	2,6 en amont 2,0 en aval	1,4
Crue du millénaire	3,8	3,6	3,4	3,2 en amont 2,4 en aval	1,7

¹ Les niveaux de crue se basent sur les résultats tirés du modèle de la digue rive droite telle que la SOGREAH (1977) l'a située. Les niveaux d'eau sont tous à l'intérieur du réservoir de Diana sauf dans le cas où l'on indique qu'ils sont en aval. Les niveaux d'eau reposent sur l'insubmersibilité de la digue.

LEGENDE / LEGEND

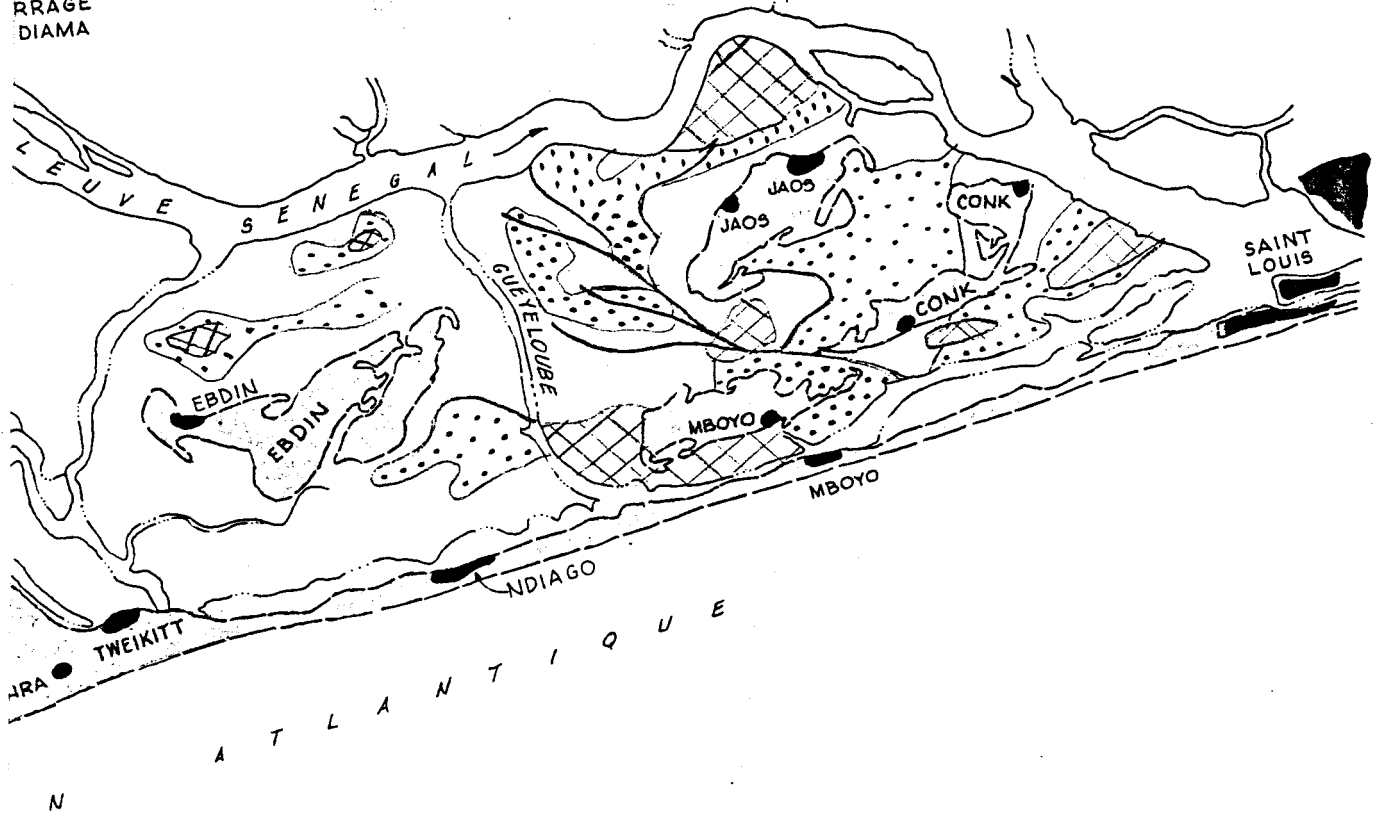


FLEUVE SENEGAL		SENEGAL RIVER
MARIGOTS		MARIGOTS
VILLES, CAMPMENTS		TOWNS, CAMPS
DUNE		SAND DUNE
MARES ET DEPRESSIONS		POOLS AND DEPRESSIONS
ZONES EN DESSOUS DE 0,5 METRE IGN (sans compter les marigots)		AREA BELOW 0.5 METER IGN (not including marigots)
ZONES ENTRE 0,5 ET 0,75 METRE IGN		AREA BETWEEN 0.5 AND 0.75 METER IGN

NOTE: Les limites des zones sont approximatives. Les zones ombrées sont au-dessus de 1,5 metre IGN.

NOTE: Area boundaries are approximate. Shaded areas are above 1.5 meters I.G.N..

RRAGE
DIAMA



FEASIBILITY STUDY
OF AN ARTIFICIAL ESTUARY
IN THE LOWER MAURITANIAN DELTA

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIE

REGIONS BASSES LOW-LYING AREAS

U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT

DAKAR, SENEGAL

1986

FIGURE C-5

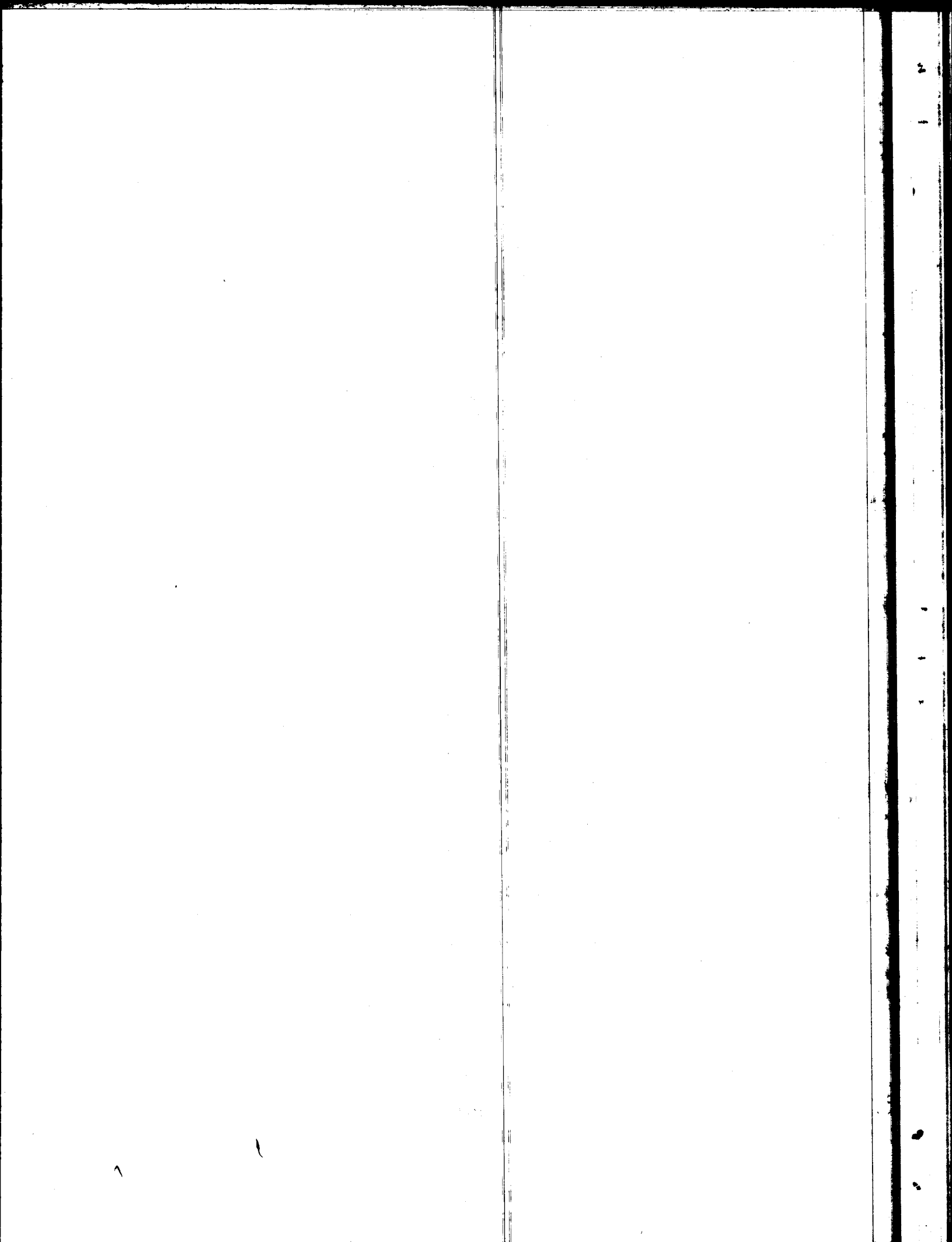
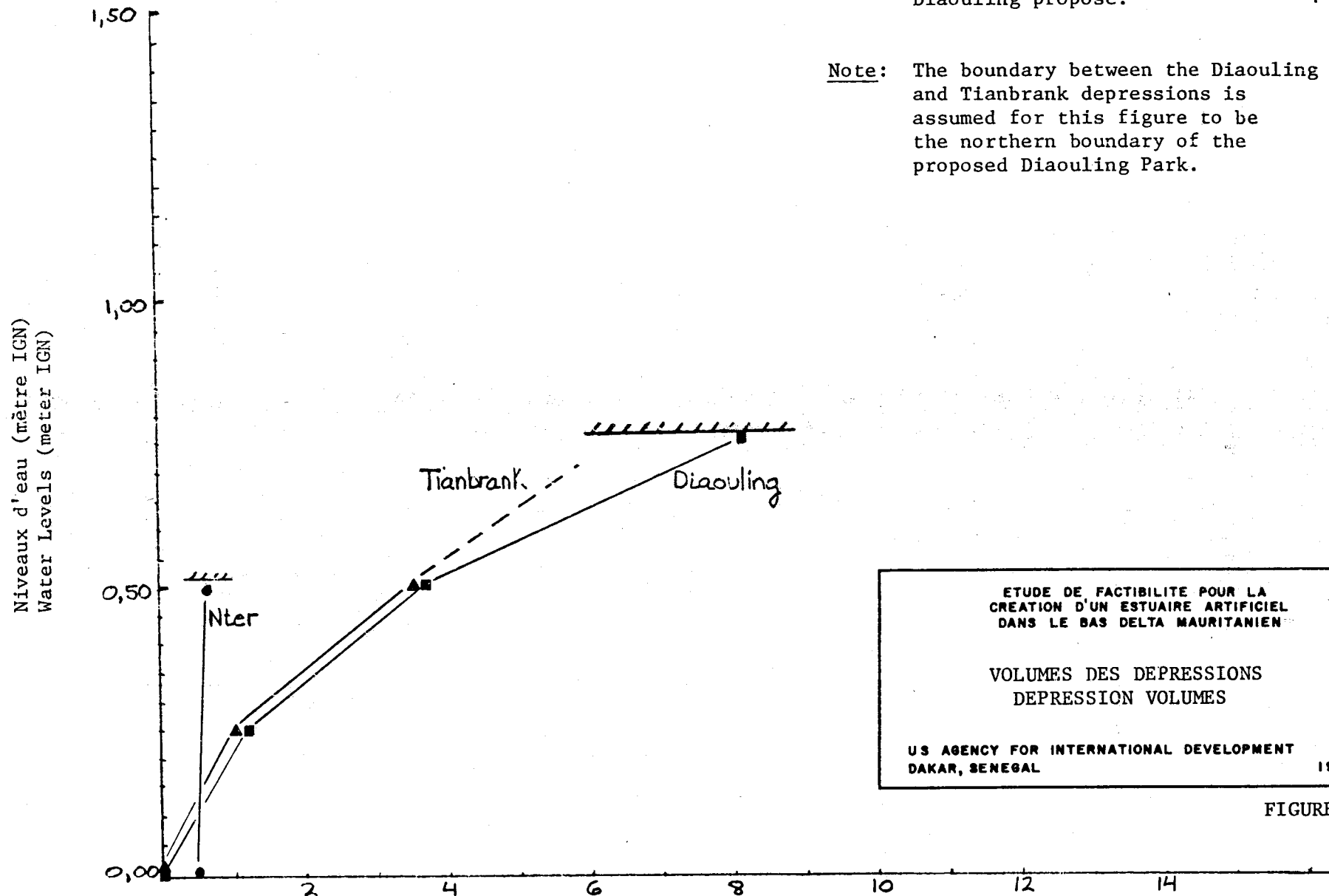


FIGURE C-5

Tableau C-7

Capacités existantes approximatives
des marigots et des ouvertures
permettant l'alimentation en eau des dépressions

<u>Marigot/ouverture</u>	<u>Commence à</u>	<u>Finit à</u>	<u>Capacité, m³/sec</u>	<u>Pente approx., pourcentage</u>	<u>Niveau d'eau supposé, mètres IGN</u>
Tiallakt	Fl.Sénégal	Khurumbam et Bell	6,4	0,001	0,9
Bell	Tiallakt	Diaouling et Tianbrank	1,2	0,001	1,0
Oualalane	Fl.Sénégal	Diaouling	0,01	0,001	1,1
Mreau	Fl.Sénégal	Bell	1,2	0,001	1,2
Touegert	Fl.Sénégal	Bell	0,1	0,001	1,0
Khurumbam	Tiallakt	Ntok	0,6	0,001	0,5
Sans nom	Ntok	Tumbos	0,7	0,001	0,9
Ndiadier	Fl.Sénégal	Chott Boul	1,2	0,001	1,1
Gueyeloube	Fl.Sénégal près d'Ebdin	Fl.Sénégal à Saint-Louis	10,0	0,001	0,9
Sans nom	Khurumbam	Nter	0,6	0,001	0,9



Note: Dans cette figure, la limite entre les dépressions de Diaouling et de Tianbrank est supposée être la limite nord du Parc de Diaouling proposé.

Note: The boundary between the Diaouling and Tianbrank depressions is assumed for this figure to be the northern boundary of the proposed Diaouling Park.

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
 CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
 DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

VOLUMES DES DEPRESSIONS
 DEPRESSION VOLUMES

US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
 DAKAR, SENEGAL 1986

FIGURE C-6

Prepared by:
 GANNETT FLEMING
 ENVIRONMENTAL ENGINEERS, INC.

Volume (en millions de mètres cubes)
 Volume (millions of cubic meters)

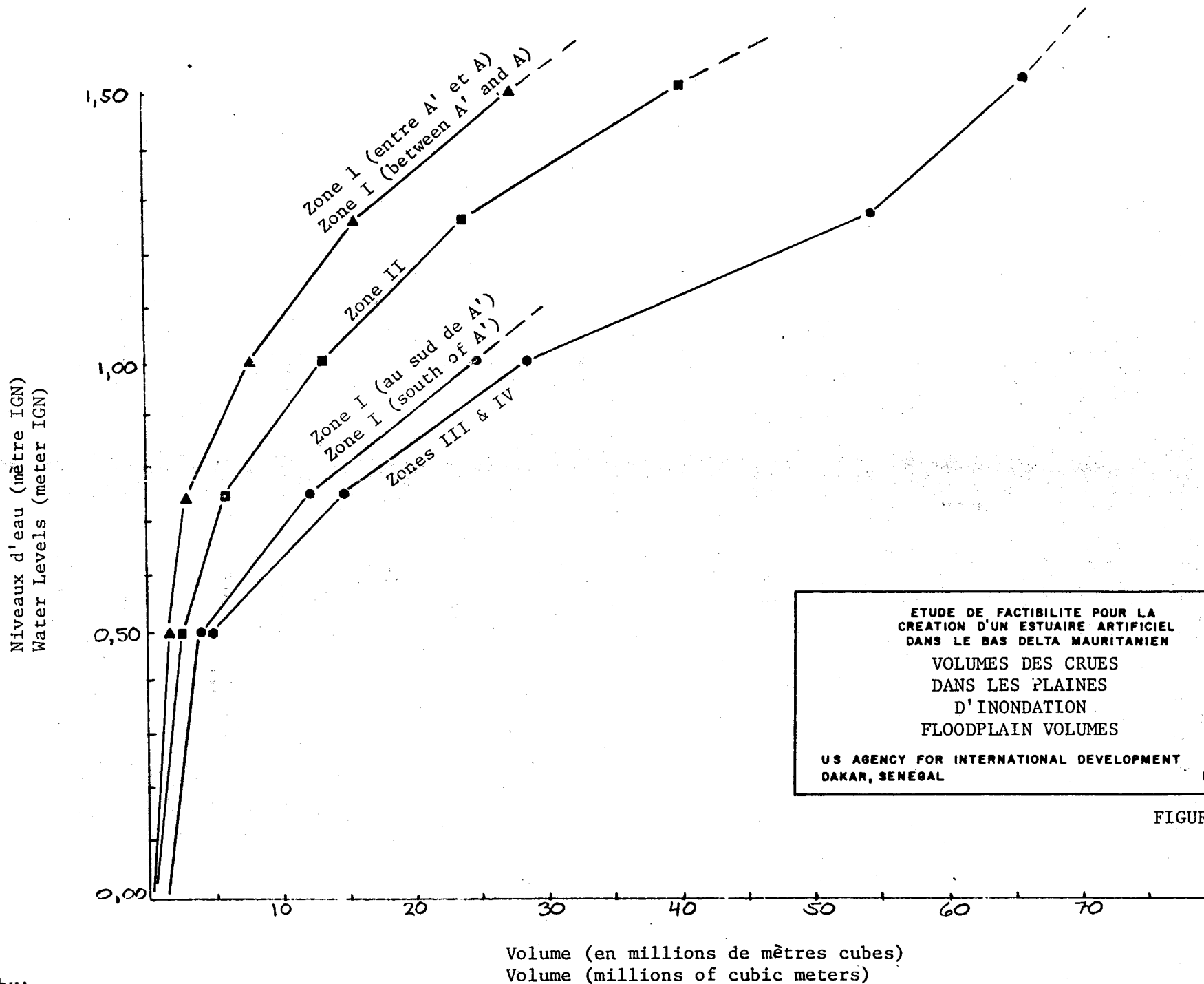
Tableau C-8

Durée de déversement nécessaire
pour remplir certaines dépressions

<u>Dépression</u>	<u>Capacité du marigot qui l'alimente (tirée du Tableau C-7)</u>	<u>Durée du remplissage en jours¹</u>	<u>Niveau d'eau correspondant en mètres IGN</u>	<u>Débit exigé correspond. dans fl.Sén. mètres cubes par seconde²</u>
Diaouling-Tianbrank	1,2 m ³ /sec	72 jours	0,5	2.000
Nter	0,6 m ³ /sec	16 jours	0,5	2.000
Yatfayle	1,0 m ³ /sec	20 jours	0,5	2.000

¹ Sans tenir compte des pertes dues à l'évaporation et à l'infiltration.

² Volume du débit nécessaire dans le fleuve Sénégal afin de pousser les eaux dans le delta.



ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
 CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
 DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN
 VOLUMES DES CRUES
 DANS LES PLAINES
 D'INONDATION
 FLOODPLAIN VOLUMES
 US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
 DAKAR, SENEGAL 1986

FIGURE C-7

C.4 Qualité de l'eau et ressources en eau souterraine dans le bas delta mauritanien

Certaines mesures de la qualité des eaux superficielles ont été effectuées dans le delta dans le cadre de cette étude et par DeGeorges (1984). D'autres mesures antérieures réalisées à l'intérieur du fleuve Sénégal ont été présentées par Gannett Fleming (1979).

En moyenne, un débit de crue mensuel estimé à 1.000 mètres cubes par seconde est nécessaire dans le fleuve Sénégal pour expulser du bassin la salinité qui s'introduit au cours de la saison sèche. Un minimum de 600 mètres cubes par seconde d'eau douce est nécessaire pour expulser du bassin la totalité de la salinité sauf 5 parties par mille (5 g/litre).

Des concentrations de salinité supérieures à 40 parties par mille ont été enregistrées le long du marigot de Tiallakt, du bas marigot de Bell et du bas marigot de Khurumbam pendant la saison sèche de 1984-1985, à mesure que la langue salée remontait le fleuve Sénégal.

Le 14 et le 15 novembre 1984, DeGeorges (1984) a mesuré la salinité, l'oxygène dissous et le pH. Il a détecté des concentrations de salinité de 40 à 48 parties par mille à la fois à l'est et à l'ouest de la dune de Hagui après la plus petite crue enregistrée, alors que la salinité du marigot de Tiallakt et du bas marigot de Bell était inférieure à 15 parties par mille. En juillet 1985, des concentrations de salinité aussi fortes que 76 et 118 parties par mille ont été mesurées aux marigots de Khurumbam et de Bell respectivement. Une forte concentration de salinité peut être poussée depuis le sud vers le nord au début d'une inondation et peut atteindre les dépressions de Nter, de Diaculing et de Tichilitt, en particulier lorsque la crue annuelle est relativement petite.

On a utilisé un modèle mathématique informatisé élaboré par l'Institut des sciences marines de Virginie (Virginia Institute of Marine Science -- VIMS) (Kuo et al, 1975) afin d'évaluer les gradients de salinité de divers courants d'eau douce arrivant du nord, d'après la capacité de débit

hypothétique du marigot de Bell lors d'une marée moyenne. On a tenu compte par la même occasion des incidences du chenal d'accès proposé qui permettrait la navigation à travers la langue de Barbarie au sud de Saint-Louis. Il a été supposé que les fluctuations de la marée le long du marigot de Tiallakt et dans la partie sud du marigot de Bell mesurent 0,4 mètre. On a effectué une simulation de la profondeur de l'eau à marée haute.

On a étudié, au moyen d'un modèle, le marigot de Tiallakt et le marigot de Bell jusqu'à la digue B. La distance totale entre l'embouchure du marigot de Tiallakt et la digue B est de 27 kilomètres environ. Le début de la période du modèle a été fixé au 30 novembre (conditions d'eau douce dans le fleuve Sénégal et les deux marigots). On a utilisé le modèle pour effectuer la simulation d'une période de 274 jours, soit la durée de la saison sèche. Le modèle a été élaboré au moyen de 17 coupes transversales; la plupart d'entre elles ont été estimées sur le terrain en août 1985 au cours du programme d'échantillonnage des sols. On a appliqué le modèle en supposant que la décharge à la vanne de la digue B était nulle; en supposant une décharge de $4 \text{ m}^3/\text{sec}$; et en supposant une décharge de $16 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Les résultats de la condition décharge nulle et de la condition décharge $16 \text{ m}^3/\text{sec}$ ont été examinés de manière à établir le rapport entre les valeurs de salinité calculées et les conditions de salinité exigées par diverses espèces de poisson. Le Tableau B-1 de l'Annexe B montre qu'un grand nombre d'espèces préfèrent une salinité de 5 à 15 parties par mille (ppm) pendant toute leur vie et que d'autres sont capables de se reproduire lorsque la salinité atteint 0 à 15 ppm. Ainsi, il a été décidé d'étudier la longueur de l'estuaire au cours des 274 jours où la salinité serait supérieure à 15 ppm, aussi bien que la longueur de l'estuaire où la salinité varierait entre 5 et 15 ppm.

Au cours des 70 premiers jours, la longueur de l'estuaire à 5-15 ppm demeurerait essentiellement la même dans les conditions décharge nulle et décharge $16 \text{ m}^3/\text{sec}$. La longueur de l'estuaire à 5-15 ppm diminuerait à 7 km environ avant la fin de la période de 70 jours. Vers le 100^e jour, il resterait moins d'un km à une concentration de salinité de 5-15 ppm s'il n'y

avait aucune décharge. Cette longueur estuarienne serait sans valeur, vu que la plupart des espèces ne peuvent pas tolérer une fluctuation de salinité supérieure à 10 ppm sur 1 km. Dans le cas d'une décharge de 16 m³/sec, le nombre de kilomètres diminuerait avec le temps; néanmoins, une longueur de 1 km ne serait pas enregistrée avant le 135^e jour environ. Ainsi, les conditions souhaitées dureraient un mois de plus et, en outre, la longueur estuarienne viable serait supérieure, notamment après les 70 premiers jours.

Au cours de ces 70 premiers jours, la longueur de l'estuaire où la salinité dépasse 15 ppm serait approximativement la même dans les conditions décharge nulle et décharge 16 m³/sec. Cependant, avant le 100^e jour les 21,5 km situés le plus en aval auraient atteint une salinité supérieure à 15 ppm dans la condition décharge nulle. Dans le cas d'une décharge de 16 m³/sec, 18,7 km de l'estuaire auraient atteint une salinité supérieure à 15 ppm. Vers le 135^e jour, les 21,5 km situés le plus en aval auraient atteint ce même taux de salinité. Encore une fois, il s'agit de gagner un mois en prévoyant une décharge de 16 m³/sec. Parallèlement, à partir du 70^e jour, l'estuaire serait plus avantageux si l'on effectuait une décharge de 16 m³/sec, vu la réduction de la longueur où la salinité serait supérieure à 15 ppm.

A l'extrémité de l'estuaire en amont, la salinité serait généralement inférieure de 4-5 ppm dans le cas d'une décharge de 16 m³/sec.

On n'a pas détecté des niveaux de pH ou d'oxygène dissous capables de menacer la vie aquatique, sauf dans des conditions hypersalines où l'eau ne peut pas retenir une forte concentration d'oxygène dissous.

Les eaux souterraines du bas delta mauritanien sont captées surtout dans des zones de sable argileux ou d'argile sableuse. En grande partie, les décharges tirent leur origine des eaux inondant le delta pendant les crues annuelles. L'eau est généralement puisée dans des puits creusés à la main dont la profondeur est inférieure à 10 mètres par rapport au niveau du sol. La qualité de l'eau est limitée par le niveau élevé de la quantité

totale de matières dissoutes, qui est dû aux intrusions passées et présentes d'eau de mer. Il y a approximativement 5.500 ans, des eaux marines ont immergé tout le bassin du fleuve jusqu'à Boghé. Par ailleurs, l'embouchure du fleuve Sénégal se situait auparavant au droit du Chott Boul. En 1978, le relevé de mesures à quatre puits le long du fleuve Sénégal à l'intérieur du delta a révélé des niveaux de conductivité croissants au cours de la saison sèche (Gannett Fleming, 1979).

L'intrusion de la salinité dans les eaux souterraines peu profondes du delta représente un souci majeur. Le degré de l'intrusion de l'eau de mer repose sur les caractéristiques de la couche aquifère, sur l'importance de l'écoulement vers la mer des eaux douces souterraines, de l'épaisseur de la couche aquifère, ainsi que de l'emplacement et du volume des eaux retirées. On peut se servir d'équations analytiques afin de prévoir les taux de pompage maximum qui s'appliquent à diverses hypothèses relatives à la couche aquifère. Cependant, en ce qui concerne le bas delta mauritanien, les renseignements actuellement disponibles ne suffisent pas pour prévoir où, et en quelle quantité, on pourrait retirer de l'eau sans risque.

Les estimations du mouvement latéral des eaux souterraines à partir du réservoir de Diama dépendent des caractéristiques de la couche aquifère, de l'épaisseur de la couche argileuse qui la recouvre et du niveau du réservoir de Diama en plein fonctionnement. La SOGREAH (1977c) et Audibert (1985) ont estimé que les niveaux de la nappe phréatique seront relevés dans un rayon de 500 mètres autour du réservoir de Diama, en supposant une couche argileuse surjacente de 2 mètres et une couche aquifère présentant des caractéristiques normales. Il est évident que le rétablissement du niveau phréatique se produirait pendant toute l'année si le réservoir de Diama était en place, par comparaison avec deux à trois mois seulement de crues annuelles sans la présence du réservoir de Diama.

C.5 Sommaire

On a élaboré le Tableau C-2 afin d'identifier les utilisations et les pertes d'eau initiales et finales dans le bassin du fleuve Sénégal en aval

de Bakel. Par la suite, le total des utilisations et des pertes a été soustrait du débit à Bakel dans des conditions d'aménagement initiales, de transition et finales, de manière à obtenir les débits mensuels qui seraient disponibles pour le bas delta mauritanien pendant les crues de 1984, 1926 et 1969. Ces débits sont présentés au Tableau C-4. On a supposé que les emplois et les pertes présentés au Tableau C-2 seraient satisfaits en premier lieu et que, par conséquent, seuls les volumes présentés au Tableau C-4 seraient disponibles au delta. Autrement dit, on n'a prévu aucune allocation en eau tant que la disponibilité de l'eau ne suffisait pas à satisfaire les besoins du bas delta ainsi que les besoins cités au Tableau C-2.

Le Tableau C-4 montre que, en cas de crue égale ou inférieure à la moyenne, le volume d'eau disponible au delta peut varier sensiblement. Selon le mois et les caractéristiques particulières de la crue, le chiffre qui s'applique à la mise en valeur finale peut être supérieur ou inférieur au volume atteint pendant la phase de transition. Au cours de la période de mars à juin, il n'existera pas d'eau disponible dans le delta sauf dans le cas de crue moyenne ou grande pendant les phases de transition et de mise en valeur finale.

Ainsi, il se pose la question de déterminer en quelle mesure il sera possible de soutenir une mise en valeur ultérieure pendant la période de mars à juin lorsque les emplois possibles dans le delta sont incompatibles avec les emplois possibles en amont et avec les décharges exigées au niveau du barrage de Diama.

Les besoins mensuels sont examinés et les conflits à l'égard des emplois sont identifiés. Ensuite on compare les emplois possibles à la disponibilité d'eau présentée au Tableau C-4.

ANNEXE D

ASPECTS GEOTECHNIQUES

En juillet et août 1985, on a effectué un programme d'exploration du sous-sol qui consistait à creuser à la main et à la tarière des trous d'essai dans les matériaux de fondation se trouvant le long de divers alignements potentiels de digues. Ce programme a compris des forages distants de 500 mètres en moyenne, creusés le plus souvent à la tarière manuelle le long des axes A, A', B, C et D et du marigot de Oualalane. Dans certains cas, des fosses d'essai ont servi à examiner la couche supérieure du sous-sol, à une profondeur d'un mètre, alors que des forages à la tarière manuelle ont permis d'approfondir les fosses.

L'emplacement des fosses d'essai et des trous à la tarière est indiqué à la Figure D-1. Les échantillons de sol prélevés ont été analysés par le Centre expérimental de recherches et d'études pour l'équipement (CEREEQ) à Dakar, au Sénégal. On peut obtenir une copie des résultats des analyses de laboratoire ainsi que le rapport du CEREEQ, daté du 25 octobre 1985, auprès du bureau de l'OMVS ou de l'USAID à Dakar (CEREEQ, 1985).

D.1 Milieu géologique

Le Tableau D-1 résume les caractéristiques des quatre principaux types de dépôt se trouvant dans le bas delta mauritanien.

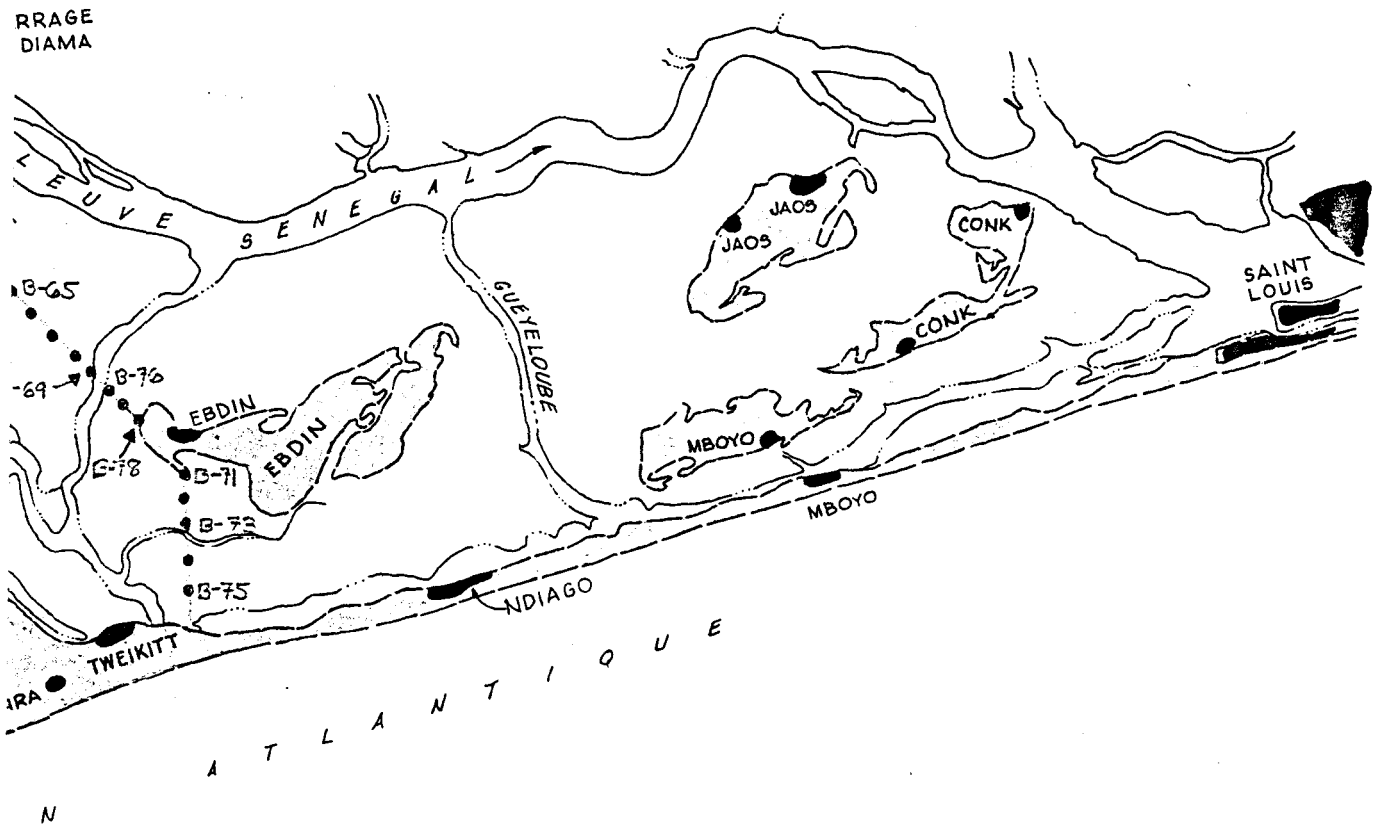
FIGURE D-1

(Emplacement des forages)



LEGENDE / LEGEND

FLEUVE SENEGAL		SENEGAL RIVER
MARIGOTS		MARIGOTS
VILLES, CAMPEMENTS		TOWNS, CAMPS
DUNE		SAND DUNE
MARES ET DEPRESSIONS		POOLS AND DEPRESSIONS
TROU OU FOSSE		HOLE OR PIT
AXES ETUDIES		AXES SURVEYED



FEASIBILITY STUDY
OF AN ARTIFICIAL ESTUARY
IN THE LOWER MAURITANIAN DELTA

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANAIEN

EMPLACEMENT DES TROUS A LA TARIERE ET DES FOSSES D'ESSAI LOCATIONS OF AUGER HOLES AND TEST PITS

U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT

DAKAR, SENEGAL

1986

FIGURE D-1

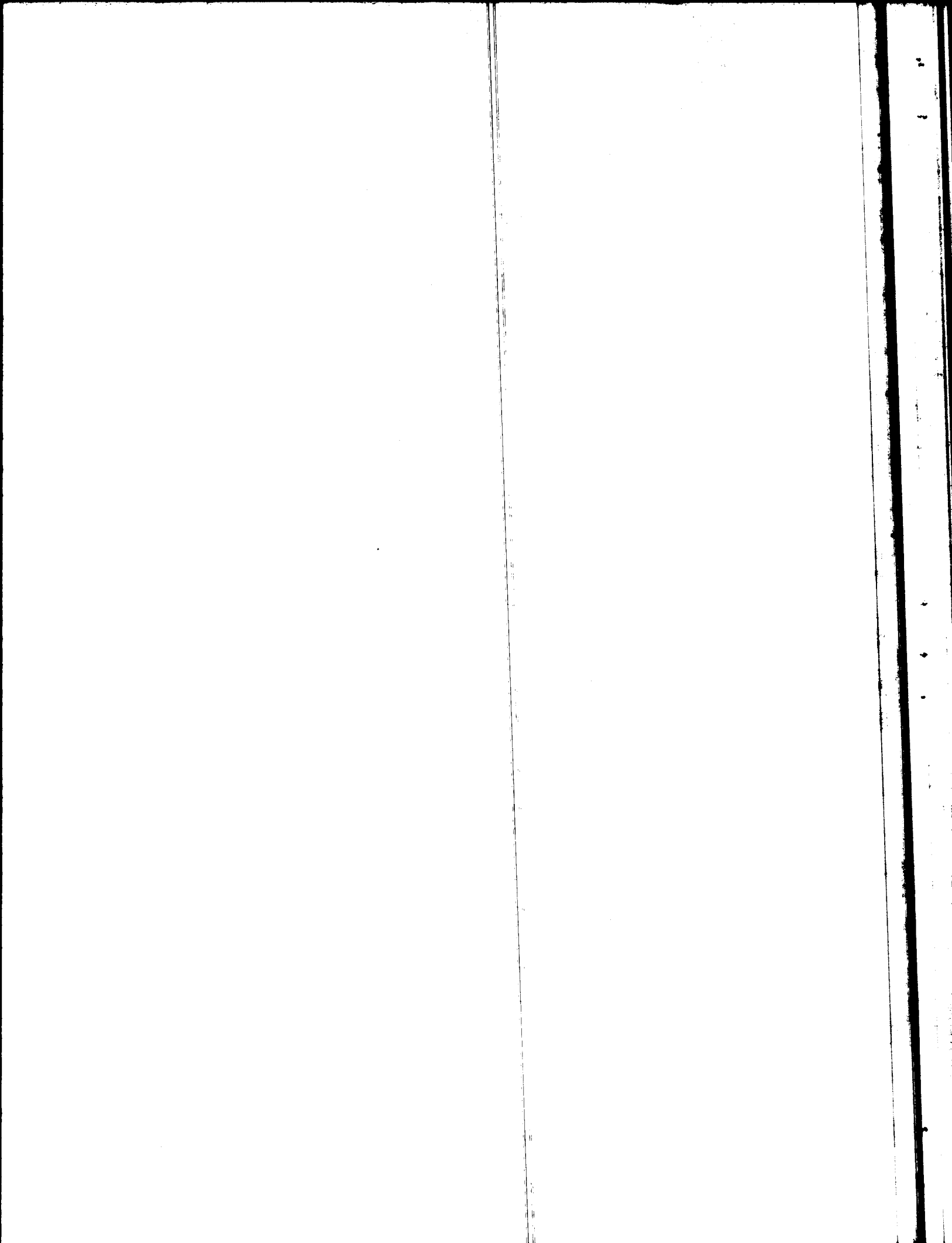


TABLEAU D-1

Caractéristiques générales des principaux dépôts
du bas delta mauritanien

<u>Type de dépôt</u>	<u>Caractéristiques</u>	<u>Factibilité pour la construction de digues ou de canaux</u>
Dune littorale	Sable uniforme; généralement inconsistant du côté exposé au vent	Bon pour les fondations et les digues
Cordon littoral	Granulaire; forte teneur en sel	Bon pour la construction de digues mais difficilement accessible
Delta fluvial	Sols classés de façon variable	Acceptable pour la construction de digues dans la mesure où l'on peut éviter des sols salins ou organiques à grains fins et humides
Bassin de décantation	Grains généralement fins; teneur en sel normalement forte; il s'agit de dépressions	Traitement spécial exigé pour améliorer la capacité portante ou pour réduire la compressibilité avant de l'utiliser comme matériaux de fondation

Le plus souvent, le sol superficiel est très sec, constituant une croûte dure qui recouvre un sol plus mou en dessous. La fissuration du sol superficiel due à la contraction est évidente pendant la saison sèche. Les données pressiométriques de l'enquête portant sur la digue de la rive droite révèlent une zone molle allant de 4 à 10 mètres en dessous de la surface (SOGREAH-Coyne et Bellier, 1985).

Les travaux à la tarière manuelle montrent la présence d'un sol mou dans un grand nombre de zones. On a rencontré des sols mous surtout à des profondeurs excédant un mètre. Cependant, des profondeurs aussi faibles que 0,5 mètre ont été enregistrées pour certains trous; dans un trou, le sol était mou même au niveau de la surface. A trois trous, la résistance du sol mou a été analysée au moyen d'un pénétromètre de poche. Ces données montrent que la résistance à la compression simple du sol mou est de 5 tonnes environ par mètre carré. Le Tableau D-2 résume les résultats de ces essais. Le type de sol prédominant est composé de vase argileuse ou d'argile vaseuse. Le profil souterrain général des sols de la zone est présenté à la Figure D-2. La zone est recouverte d'une croûte de sol très sec dont la résistance à la compression simple dépasse 5 tonnes par mètre carré en saison sèche. Pendant la saison des pluies, la croûte absorbe de l'eau et devient relativement molle, donc la capacité portante diminue sensiblement. En dessous de la croûte se trouve une couche molle ou très molle, composée d'argile vaseuse en haut et de vase argileuse en bas, qui continue jusqu'à une profondeur de 10 mètres environ. Plus bas, le sol est plus résistant, atteignant une résistance à la compression simple qui dépasse 5 tonnes par mètre carré.

TABLEAU D-2

Trous à la tarière contenant un sol mou

<u>Trou à la tarière</u>	<u>Profondeur du sol mou, m</u>	<u>Type de sol</u>	<u>Effort d'échantillonnage</u>
B-8	de 1,0 à 2,6	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-9	de 1,0 à 1,25	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-10	de 0,6 à 1,0	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-12	de 2,9 à 4,1	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-15	de 0,7 à 1,0	Argile - Vase	5 tonnes/mètre carré
B-15	de 0,7 à 2,8	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-16	de 1,5 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-19	de 1,4 à 1,8	Argile - Vase	5 tonnes/mètre carré
B-22	de 1,0 à 1,4	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-24	de 0,5 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-26	de 1,0 à 1,5	Sable & Argile	Poussée sans effort
B-26	de 1,7 à 2,0	Sable & Argile	Poussée sans effort
B-29	de 1,0 à 1,2	Argile - Vase	Poussée avec effort
B-29	de 1,3 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-30	de 0,5 à 1,0	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-31	de 0,4 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-32	de 0,5 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-33	de 0,8 à 1,6	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-33	de 1,9 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-34	de 1,0 à 1,2	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-34	de 2,0 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-39	de 2,3 à 3,0	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-44	de 1,6 à 2,65	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-47	de 1,2 à 2,3	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-48	de 1,3 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-49	de 1,3 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-51	de 1,7 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-54	de 2,6 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-63	de 0,2 à 0,8	Argile - Vase	de 5 à 10 tonnes/ mètre carré
B-63	de 0,8 à 3,5	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-64	de 1,2 à 2,3	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-69	de 0,0 à 0,8	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-69	de 1,9 à 2,8	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-70	de 0,6 à 2,7	Argile - Vase	Poussée sans effort
B-75	de 0,1 à 1,3	Argile - Vase	Poussée avec effort

Croûte q_u est supérieur à 5 tonnes par mètre carré
Crust q_u exceeds 5 tons per square meter

Vase argileuse ou Argile vaseuse molle

q_u est approximativement égal à 5 tonnes par mètre carré

Soft Silty Clay or Clayey Silt

q_u is approx. 5 tons per square meter

q_u est supérieur à 5 tonnes par mètre carré

q_u exceeds 5 tons per square meter

Note: q_u représente la résistance
à la compression simple

Note: q_u denotes unconfined
compressive strength

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

PROFIL SOUTERRAIN SCHEMATIQUE
GENERAL SUBSURFACE PROFILE

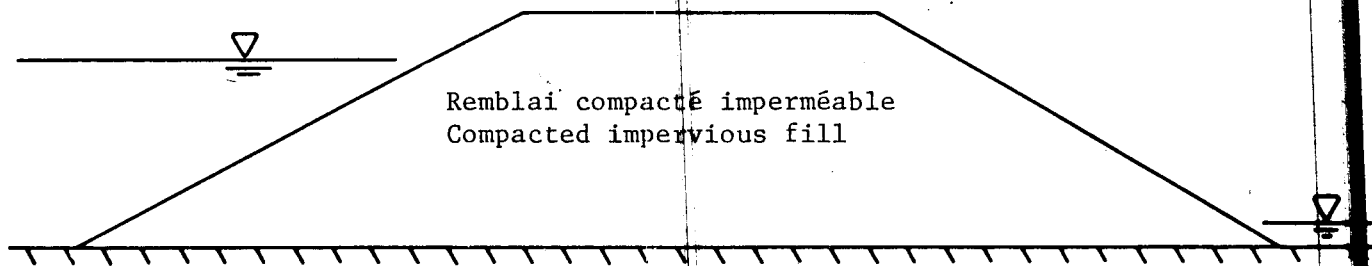
US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
DAKAR, SENEGAL

1966

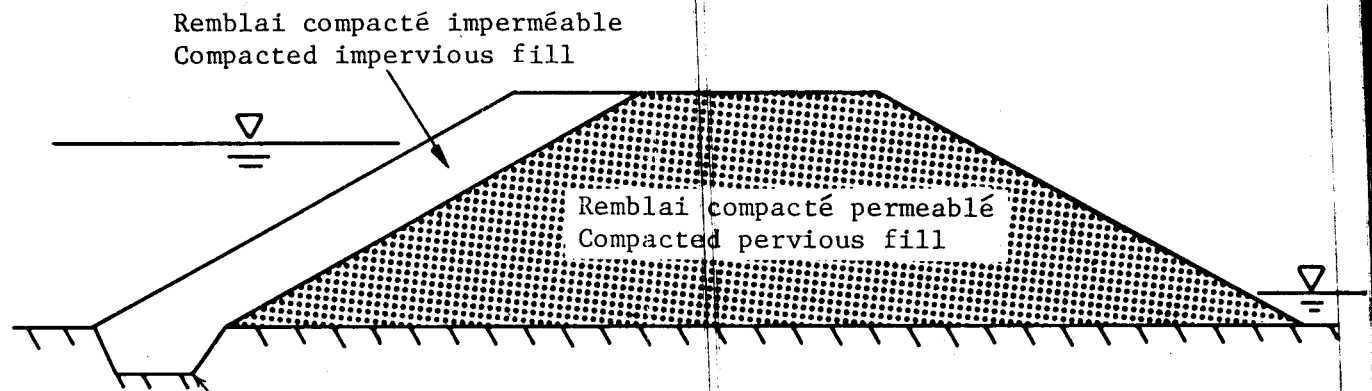
D.2 Construction de digues et de fondations

SOGREAH et al (1977) ont recensé des sources de remblai, propices à la construction de digues, qui se situaient à moins de 30 mètres des couloirs de digues qu'ils étaient en train d'étudier. Bien que les digues potentielles dites A, A', B, C et D ne se situent pas au même endroit, elles sont suffisamment proches pour qu'on puisse présumer qu'il serait possible d'obtenir une bonne partie des matériaux nécessaires pour la construction de la digue à proximité du chantier envisagé. Vu que la digue doit être imperméable par rapport à l'écoulement des eaux, il convient soit de construire une partie ou l'ensemble de la digue à partir de matériaux de couverture imperméables, s'il en existe, soit de prévoir une digue zonée. La Figure D-3 présente plusieurs possibilités de coupes transversales de digues. La construction d'une digue homogène sera peu onéreuse si des matériaux imperméables peuvent être facilement obtenus dans la région. Dans le cas où des matériaux granulaires et imperméables sont disponibles, il serait avantageux de prévoir des digues zonées, parce que celles-ci peuvent être conçues de manière à exploiter au maximum ces matériaux.

Il est nécessaire d'obtenir des emprunts de matériaux ayant une teneur en eau suffisamment faible pour permettre la mise en place et un compactage facile. La stratégie d'emprunt la plus rentable consiste à établir des fosses parallèles et attenantes à la digue. De préférence, il convient de prévoir des fosses à l'intérieur des zones qui seront immergées, vu qu'elles seront remplies par la suite sous l'effet de l'envasement. Dans de telles fosses, il y a lieu de laisser en place un minimum d'un mètre de matériaux imperméables, afin de couvrir les couches de sous-sol perméables, le cas échéant. La couche arable enlevée aux aires d'emprunt et au site des fondations de la digue doit être entassée puis répandue sur toute la zone excavée pour les emprunts de manière à fournir une base capable de soutenir la croissance végétale et à réduire en conséquence l'érosion. Il est préférable de prévoir des aires d'emprunt "larges et peu profondes" plutôt qu'"étroites et profondes". Les fosses d'emprunt doivent se situer à 15 mètres au minimum de l'empatement de la digue.



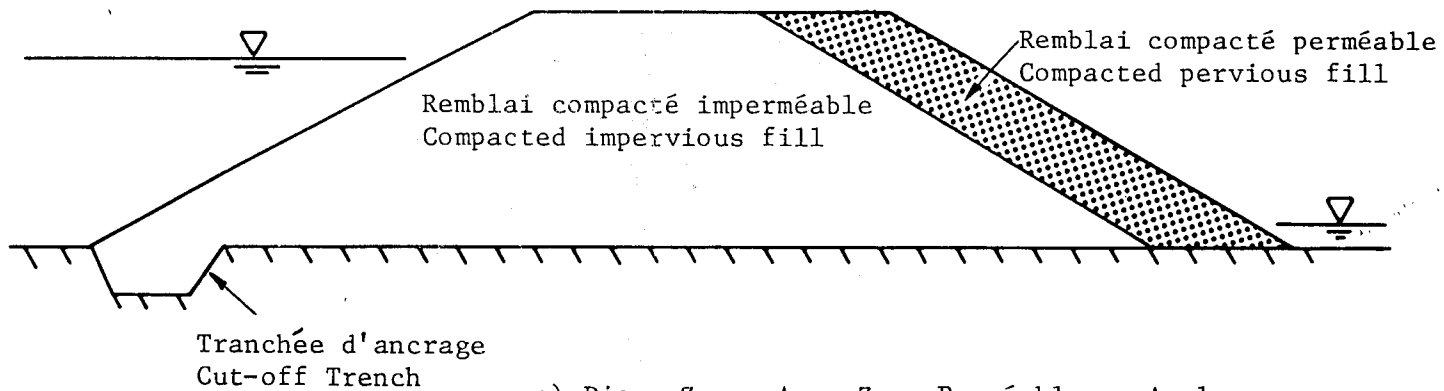
a) Digue Homogène
a) Homogeneous Dike



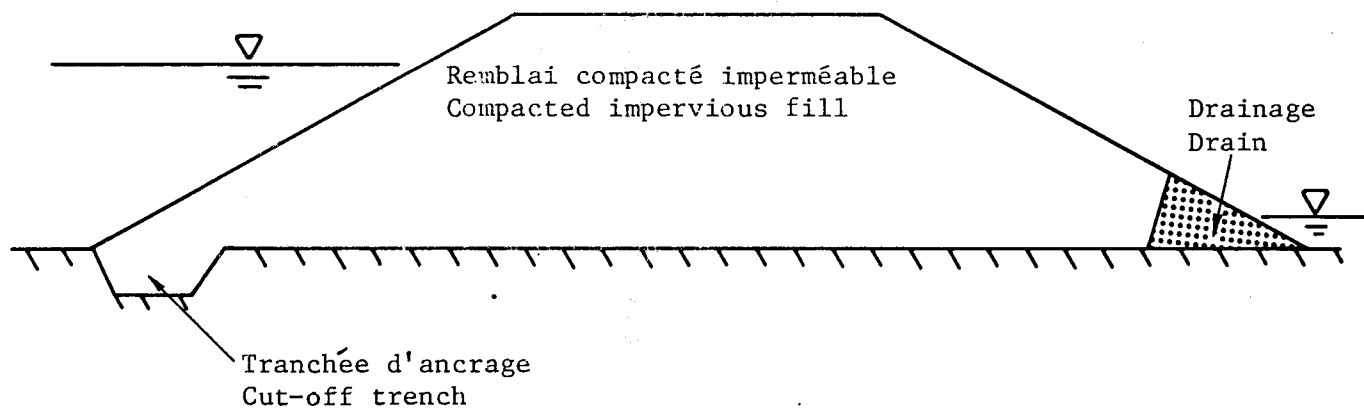
b) Digue Zonée Avec Zone Imperméable en Amont
b) Zoned Dike With Upstream Impermeable Zone

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN
COUPES TRANSVERSALES
DE DIGUES TYPES
TYPICAL DIKE CROSS-SECTIONS
US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
DAKAR, SENEGAL 1986

FIGURE D-3 (a), (b)



c) Digue Zonee Avec Zone Perméable en Aval
d) Zoned Dike with Downstream Pervious Zone



d) Système de Drainage D'Empattement
d) Toe Drain Arrangement

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIE

COUPES TRANSVERSALES
DE DIGUES TYPES

TYPICAL DIKE CROSS-SECTIONS
US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
DAKAR, SENEGAL

1986

FIGURE D-3 (c), (d)

Pour les différents emplacements de digues qui sont à l'étude, plusieurs sources de matériaux perméables et imperméables sont disponibles. On trouve des matériaux perméables au niveau des dunes et des cordons littoraux et des dépôts du delta fluvial. Il existe des matériaux imperméables dans les dépôts des bassins de décantation et de certaines parties du delta fluvial. Bien que tous ces dépôts conviennent à la construction de digues, il est conseillé d'éviter les sols très humides à grain fin, ainsi que les sols très organiques ou très salins. En général, les sols très organiques sont relativement compressibles et ne se prêtent pas facilement au compactage, alors que les sols salins peuvent perdre une bonne partie de leur résistance à mesure que la teneur en sel diminue de manière progressive à cause du lessivage dû à la pluie et au passage du cours d'eau. En calculant les quantités de remblai exigées, il convient d'appliquer un facteur de contraction de 25 pour cent au minimum.

D.3 Questions concernant la capacité portante et d'ancrage

Les matériaux de fondation de la digue doivent présenter suffisamment de résistance pour pouvoir supporter les charges liées à la construction de la digue sans risque d'échec en matière de capacité portante. Un tel échec conduirait inévitablement à l'écroulement de la digue elle-même et à l'effondrement total de la structure. La capacité portante des sols des fondations atteint son point le plus faible pendant les travaux. Après la construction, ces sols deviennent plus résistants et leur capacité portante s'améliore. Sur la base du profil des sols simplifié présenté à la Figure D-2, on a analysé les fondations des digues en vue d'identifier les échecs en matière de capacité portante qui pourraient se produire pendant la phase de la construction. Etant donné les caractéristiques des sols présumées, la capacité portante suffit à peine pour une digue d'une hauteur maximum de 3 mètres. Bien que la digue elle-même présente une capacité portante adéquate, on envisage des problèmes importants dans ce domaine s'il y a lieu d'utiliser un équipement lourd pendant les travaux. Les problèmes liés à la capacité portante peuvent s'avérer particulièrement difficiles lorsque la digue traverse un marigot. L'équipement peut exercer sur les fondations une pression localisée qui dépasse celle de la digue achevée. Au stade de la

conception finale, il convient de prendre en considération l'utilisation d'un équipement de construction léger ou de véhicules tout terrain.

Pour obtenir une performance satisfaisante, la structure de la digue doit non seulement présenter une capacité portante adéquate, mais doit également être exempte des effets d'affaissement excessif à long terme. Les calculs approximatifs donnent à penser qu'un affaissement allant jusqu'à 0,3 mètre est probable. Un tel affaissement se produit à long terme et ne s'achève qu'au bout de plusieurs années. L'ampleur de l'affaissement probable est jugée excessive et finira par abaisser la hauteur de la digue, une fois achevée; point encore plus important, elle conduira à la détérioration structurelle de la digue. L'affaissement peut s'avérer particulièrement nuisible dans une zone où la structure de la digue se rattache à d'autres structures telles que des vannes. Parmi les stratégies capables d'atténuer l'affaissement d'une digue figurent l'application d'une surcharge, la construction étagée, une surcharge qui s'ajoute à un drainage de sable, les géotextiles et toute combinaison de ces mesures.

Il importe de définir ce problème d'affaissement de manière plus approfondie avant l'élaboration de la conception finale. Notamment, en ce qui concerne les sols destinés aux fondations, il est conseillé de prélever des échantillons qui n'ont pas été remués et de les soumettre à des analyses de laboratoire afin de confirmer les caractéristiques relatives à l'affaissement. De telles données sont nécessaires pour obtenir une meilleure estimation de l'affaissement attendu et pour préciser les méthodes susceptibles de réduire ou d'accélérer l'affaissement.

D.4 Questions concernant la stabilité des tassements et l'érosion

Les tassements qui bordent une digue doivent être stables afin d'éviter toute possibilité d'effondrement. Les caractéristiques du remblai, sa teneur en eau et le type de compactage régissent la raideur des tassements de la digue, à condition que le sol des fondations soit stable. Lorsque les sols destinés aux fondations sont compressibles et peu résistants, comme dans le cas actuel, l'utilisation de remblais de haute qualité permettant de

bâtir des tassements raides ne se justifie pas, parce que les sols des fondations peuvent soutenir seulement une digue dont les tassements sont relativement plats. Il y a lieu également de prendre en compte l'utilisation de remblais semi-compactés dans les zones où le faite de la digue ne devra pas supporter une circulation importante.

La géométrie des tassements est influencée également par les caractéristiques du remblai relatives à l'érosion. Plus les tassements sont raides, plus l'action érosive de l'eau les menace. Vu que les sols sont très sensibles à l'érosion dans la zone où la construction de digues aura probablement lieu, les tassements des digues doivent être aussi plats que possible afin de réduire l'érosion. Même dans le cas d'un tassement aussi plat que possible, dans les limites de ce qui est pratique et faisable, une certaine érosion est jugée probable. Une meilleure solution consisterait à prévoir des tassements dont la pente est modérée, disons de 2,5 (horizontal) à 1,0 (vertical), et à protéger les tassements contre les effets de l'érosion au moyen d'une couverture protectrice. Il est possible de fournir une telle protection grâce à l'enrochement ou à l'utilisation d'un type de matériau synthétique approprié. Il existe plusieurs sortes de textiles appropriés qui sont disponibles sur le marché: au site du barrage de Diama, les entrepreneurs sont en train d'utiliser un textile PVC nommé "BIDIM". Une autre approche consisterait à prévoir des pentes peu inclinées sans mesures spécifiques de protection contre l'érosion. Cette approche coûte moins cher à l'origine mais exige un programme de réaménagement plus fréquent au niveau des digues.

D.5 Questions concernant les infiltrations

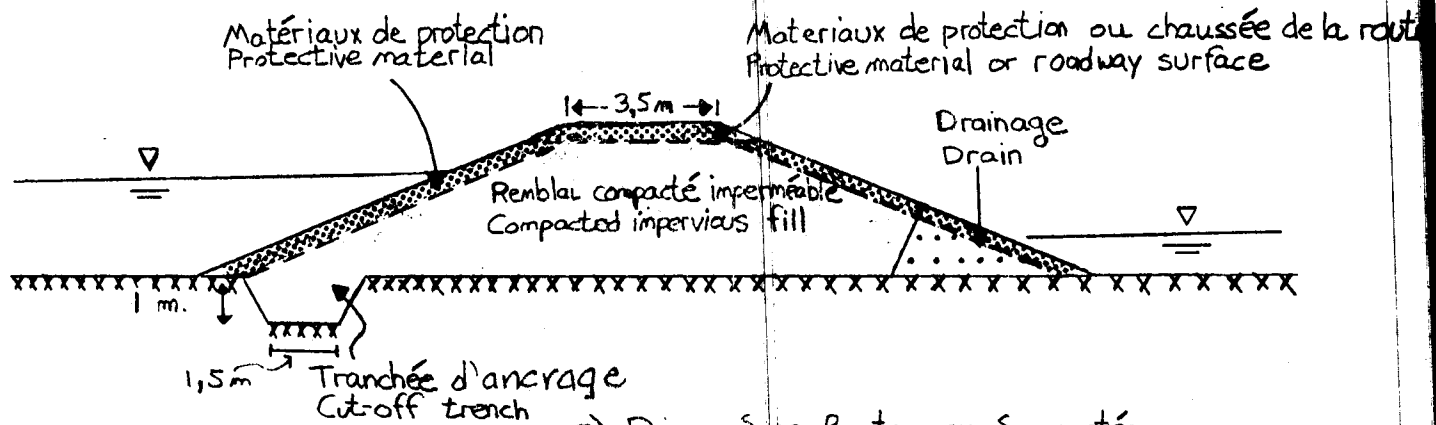
Les explorations souterraines préliminaires aux sites des digues proposées montrent que les sols de fondation dans la zone sont composés surtout de vase argileuse ou d'argile vaseuse. Ils sont donc semi-imperméables ou imperméables et peuvent constituer en conséquence des fondations relativement étanches. Néanmoins, il est recommandé de prévoir une tranchée d'ancrage afin d'étancher les fissures superficielles de la croûte, comme l'indique la Figure D-3. Par ailleurs, il est possible de

rencontrer des zones localisées de sols de fondation sableux. Il est conseillé d'envisager un traitement spécial de ces zones si les sols sableux seront utilisés comme matériaux de fondation. Parmi les traitements possibles figurent la construction de murs d'enceinte, l'application d'une couverture de protection du côté de l'eau et la construction d'une berme.

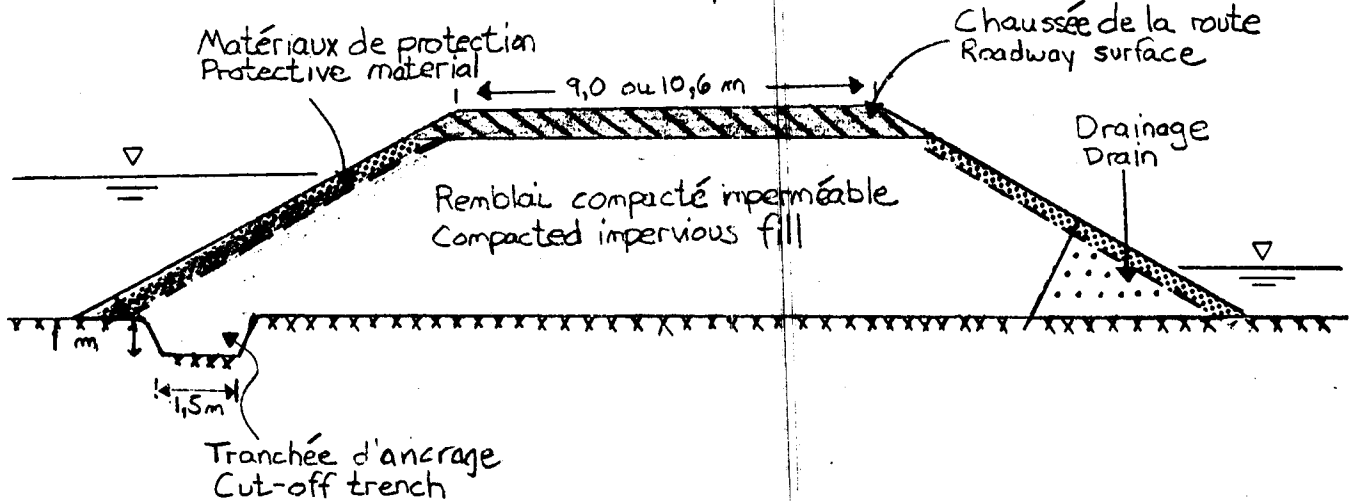
Les fuites dues aux infiltrations à travers la digue dépendent de la perméabilité des matériaux qui composent la digue; la perméabilité est fonction des sources de remblai localement disponibles. Les digues doivent être construites à l'aide de matériaux semi-imperméables ou imperméables afin d'empêcher la pénétration par suintement. Dans le cas où le suintement à travers la digue apparaît sur la pente du côté sec, il peut amollir le remblai, rendre le tassement plus bourbeux et conduire à l'érosion des matériaux de la digue. Une sauvegarde contre un tel échec consiste à prévoir une zone perméable du côté sec de la digue. L'hypothèse que des matériaux perméables sont disponibles au niveau des dépôts de dune littorale permet d'envisager des pentes zonées qui représenteraient une utilisation efficace des matériaux disponibles et qui fourniraient aux digues une zone de protection contre une dégradation de la pente du côté sec due au suintement. Une autre solution qui exige moins de matériau perméable est le drainage d'empattement perméable, comme l'indique la Figure D-3(d). Cette solution sera préférable si la quantité de matériau perméable disponible ne suffit pas pour créer une zone perméable.

Lorsque la pente de la digue sera immergée pendant de longues périodes, on aura peut-être besoin d'une conception spéciale destinée à arrêter l'érosion intérieure. Dans ce cas, des analyses du sol supplémentaires seront nécessaires pour déterminer le degré d'érosion des matériaux de la digue.

Le compactage du remblai imperméable peut s'avérer difficile à cause de la nature vaseuse du matériau, de la présence de minéraux qui se gonflent et de la salinité élevée du sol. Il convient d'étudier les analyses de laboratoire de diverses tentatives et techniques de compactage avant l'élaboration de la conception finale.



- a) Digue sans Route ou Surmontée d'une Route à Voie Unique
a) Dike With No Road or With One-Lane Road on top



- b) Digue Surmontée d'une Route à Deux Voies ou d'une Route Internationale
b) Dike with Two-lane Road or International Highway on Top

Note: L'inclinaison des deux rives, avec matériaux de protection, serait entre 2,5:1 et 3,0:1.

Note: Both side slopes would have 2,5:1 to 3,0:1 geometry with protective material.

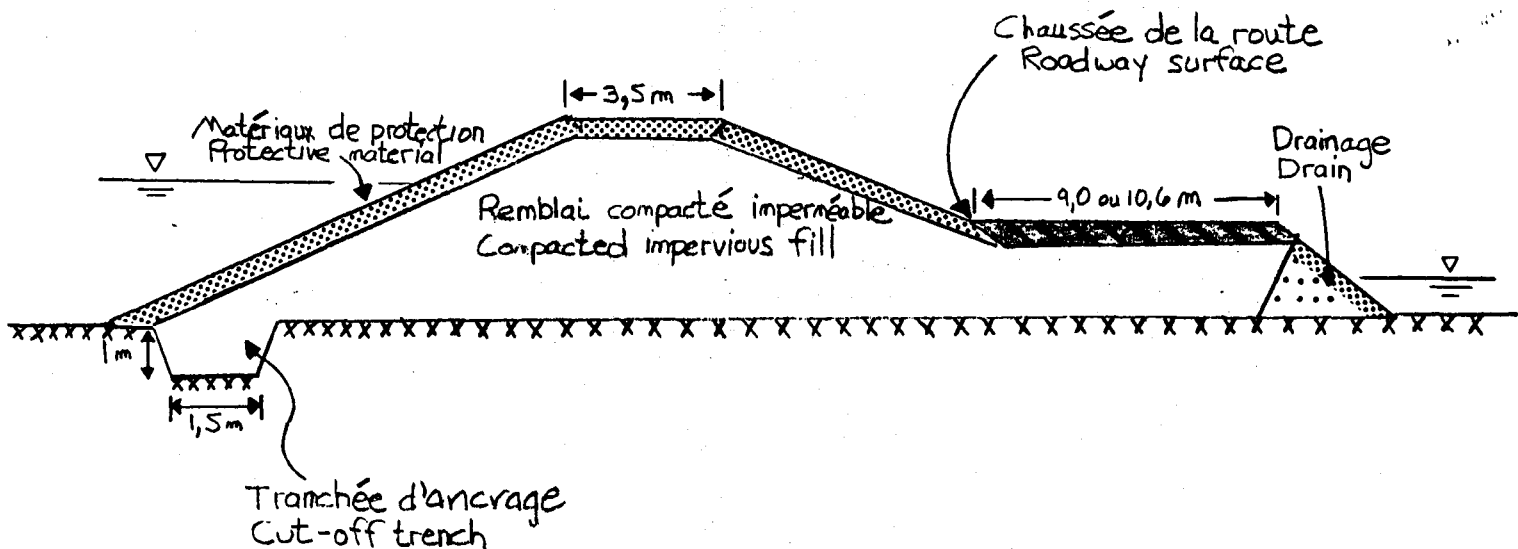
ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

COUPES TRANSVERSALES
DE DIGUES PROPOSEES

PROPOSED DIKE CROSS-SECTIONS
US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
DAKAR, SENEGAL

1986

FIGURE D-4 (a), (b)



- c) Digue Avec Berme Surmontée d'une Route à Deux Voies ou d'une Route Internationale
- c) Dike With Two-Lane Road or International Highway on Side Berm

Note: L'inclinaison des deux rives, avec matériaux de protection serait entre 2,5:1 et 3,0:1.

Note: Side slopes would have 2.5:1 to 3.0:1 geometry with protective material.

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
 CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
 DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

 COUPES TRANSVERSALES
 DE DIGUES PROPOSEES

 PROPOSED DIKE CROSS-SECTIONS
 US AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
 DAKAR, SENEGAL

1986

FIGURE D-4 (c)

La construction de batardeaux sera nécessaire dans les zones où la digue traverse une rivière existante. La même conception générale peut s'appliquer à la fois à la digue et aux batardeaux; ceux-ci peuvent s'incorporer dans la conception finale de la digue.

D.6 Largeur de la partie supérieure de la digue et conception recommandée

La largeur de la partie supérieure de la digue dépend essentiellement des exigences en matière de circulation. On recommande une largeur minimum de 3,5 mètres, comme l'indique la Figure D-4(a), pour les opérations d'entretien normales. Lorsque la digue servira de route, la largeur minimum de la partie supérieure est déterminée par le volume de circulation attendu ou par des normes. En l'occurrence, on protège le dessus et les pentes de la digue contre l'érosion. Afin de contrôler l'écoulement par suintement, il est conseillé de prévoir une tranchée d'enceinte d'un mètre de profondeur en dessous de l'empattement du côté de l'eau et un système de drainage granulaire à l'empattement du côté sec. Bien que la pente des tassements puisse varier de 2,5 à 3,0 (horizontal) à 1,0 (vertical), la pente préférée est de 3,0 à 1,0. De tels tassements diminuent l'érosion et augmentent la stabilité des pentes et des fondations. Les tassements plus raides de 2,5 à 1,0 présentent l'avantage d'exiger moins de remblai au cas où les quantités de matériaux d'emprunt disponibles ne sont pas suffisantes.

La géométrie de la digue sera essentiellement la même dans les zones où le sommet de la digue servira de route. Les principales différences seront l'augmentation de la largeur de la partie supérieure et la construction d'une chaussée sur la digue. Les études antérieures de la digue de la rive droite ont recommandé une chaussée d'une largeur de 9 mètres construite de matériaux granulaires. Une chaussée plus large de 10,6 mètres serait appropriée pour une route internationale. La chaussée peut être composée de matériaux alluviaux et de coquillages mêlés au sable (SOGREAH et al, 1978). Compte tenu de la nature molle et compressible des sols de fondation, il y a lieu de s'attendre à des affaissements de la digue à long terme. Vu que de tels affaissements peuvent entraîner des dégâts importants sur une chaussée goudronnée, il est souhaitable, au moins à l'origine, de prévoir une

chaussée granulaire. La Figure D-4(b) indique la disposition proposée d'une digue surmontée d'une route. D'autres conceptions qui mettent la route sur la berme, comme l'indique la Figure D-4(c), méritent également une attention, dans la mesure où une moindre quantité de matériau est nécessaire et les charges dynamiques sont décalées par rapport à la partie supérieure de la digue.

D.7 Considérations particulières

Les analyses du sol effectuées au laboratoire pour le Projet du barrage de Diama révèlent la présence dans la région de sols qui se gonflent. De tels sols ne sont pas rares dans un environnement salin. En particulier, on trouve que les sols argileux aux cations de sodium présentent généralement une certaine tendance à se gonfler. Une telle propriété peut affecter les parties des fondations de la digue où le sol est excavé, ce qui enlève la charge sur le sous-sol. Une bonne partie de la construction d'une digue exige très peu d'excavation, mais certaines excavations de fondation relativement profondes peuvent être nécessaires pour accommoder les vannes. Au cours des études techniques, il importe de tenir compte du gonflement du sous-sol pendant l'excavation et de sa compression ultérieure qui suit l'achèvement de l'ouvrage. Après avoir établi l'emplacement des ouvrages, il convient d'analyser, pour les zones concernées, des échantillons du sous-sol de fondation qui n'ont pas été remués afin de déterminer la pression de gonflement et de dresser des courbes de gonflement et de compression.

Au cours de la saison des pluies, le trempage de la croûte d'une digue pourrait entraîner le gonflement du sol qui soutient la digue. Un tel gonflement est littéralement capable de soulever la digue et de conduire à des dégâts structurels. Pour mieux définir l'envergure de ce problème, il est recommandé également de prélever des échantillons intacts des sols qui se situent entre la fondation de la digue proposée et le niveau inférieur des eaux et de les analyser en matière de gonflement et de compression.

A l'exception de la croûte, qui présente une certaine résistance tant qu'elle est sèche, les sous-sols de la zone sont en général très peu

résistants au cisaillement et facilement compressibles. Des problèmes importants en matière de capacité portante et d'affaissement peuvent se produire dans les zones où la hauteur des digues s'élève à 3 mètres ou plus. Il sera nécessaire de déterminer la résistance au cisaillement et la sensibilité à l'affaissement des sols de fondation des segments de digue dont la hauteur atteindra 3 mètres au minimum, ceci au moyen d'un programme d'exploration souterraine et d'analyses de laboratoire, y compris le prélèvement d'échantillons intacts des sols de fondation ainsi que des analyses de consolidation et de résistance au cisaillement au niveau du laboratoire.

D'autres analyses des sols d'emprunt seront peut-être souhaitables après l'identification des zones en question. En particulier, il y a lieu de soumettre les sols d'emprunt à d'autres analyses en matière de compactage, de gonflement et de résistance afin d'établir leur comportement technique et leur applicabilité aux différentes dispositions possibles.

Finalement, on recommande des analyses chimiques supplémentaires des sols dans la zone de la digue. En particulier, dans tous les cas où la teneur en sel du sol en dessous de la digue et du sol qui compose la digue pourrait changer avec le temps, il convient d'évaluer l'influence d'un tel changement sur les propriétés techniques telles que la compressibilité et la résistance au cisaillement.

ANNEXE E

ANALYSE D'INGENIERIE ET DE COUT

Cette annexe vise à présenter les plans techniques d'ingénierie préliminaires et à décrire les caractéristiques physiques générales de plusieurs structures de digue et de vanne ainsi qu'à fournir une estimation de leurs coûts de construction. Les différents types d'estimation correspondent au coût des digues sans la construction de route; avec des routes sur le haut de la digue et sur la berme de la digue.

E.1 Description physique

Les digues examinées seront dénommées A, A', B, C et D au cours de ce présent rapport. Les digues A et A' s'excluent l'une l'autre; seule l'une des deux sera construite. Il est envisagé d'équiper les digues A, A' et B d'ouvrages hydrauliques afin de contrôler le volume et le sens du débit. Une route à revêtement en gravier, à deux voies, surplombera la digue B et une route à revêtement en gravier, à une voie, surplombera la digue D. Les digues A et C pourront ou non être surmontées d'une route en gravier à une voie, les plans techniques et les estimations de coût sont donc présentés pour les deux cas.

Les plans techniques et les estimations de coût concernant le recalibrage des marigots de Bell et de Tichilitt ne sont pas fournis en raison de l'absence d'informations fiables sur les profils en long et les coupes transversales. Il est impossible d'élaborer des estimations exactes si l'on ne possède pas ces données.

Nous ne fournissons pas non plus de plan technique ni d'estimation de coût pour le canal éventuel de Mréau. A la différence du canal de Qualalane, le canal de Mréau ne se déversera pas dans une grande dépression comme la dépression de Diaouling. Par conséquent, il sera nécessaire, dans le cadre de l'aménagement du canal de Mréau, d'améliorer le marigot de Bell et peut-être celui de Lemer. Encore une fois, l'absence de données

topographiques précises empêche le calcul d'estimations fiables, mais dans la mesure où il peut être utile de donner un ordre de grandeur, il semble que le projet du canal de Mréau relèvera de 60 à 70 millions UM toute mise en valeur incorporant le canal de Mréau.

E.2 Données hydrauliques

L'ouvrage hydraulique de la digue A ou A' devra laisser passer un débit de 10 mètres cubes par seconde avec une différence de hauteur de 0,3 mètre. L'ouvrage hydraulique des digues B et C devra permettre un débit de 25 mètres cubes par seconde. La différence de hauteur serait de 0,35 mètre pour la digue B et de 0,25 mètre pour la digue C. L'ouvrage hydraulique de la digue A ou A' fonctionnera comme une conduite en charge. L'ouvrage hydraulique des digues B et C fonctionnera dans des conditions d'écoulement naturel. La taille de tous les ouvrages hydrauliques est calculée en conséquence.

Il conviendra de doter tous les ouvrages hydrauliques de vannes opérées manuellement afin de bloquer ou de ralentir l'écoulement. Chacun des ouvrages hydrauliques sera équipé de vannes multiples.

Chaque ouvrage hydraulique a été conçu en supposant qu'il existe une différence appréciable dans le niveau de l'eau de part et d'autre de la digue. A mesure que le niveau de l'eau d'aval se rapprochera du niveau de l'eau d'amont, l'écoulement diminuera jusqu'à devenir négligeable pendant les périodes de faible différence de niveau. Par conséquent, le remplissage des grandes dépressions exigera un temps considérable.

Le chenal de Oualalane devrait avoir un débit de 25 mètres cubes par seconde si un contrôle de profondeur critique est assuré en aval. La déclivité du lit devra être établie de manière à être compatible avec l'ouvrage d'alimentation de Oualalane sur la digue rive droite et avec la profondeur du canal à l'extrémité en aval. La coupe transversale du canal requise doit avoir une largeur de 40 m au fond du lit et présenter des berges avec pentes de 1 : 3. Il n'est peut-être pas nécessaire de protéger

les rives étant donné que le débit est lent et que l'érosion, minime, n'affectera pas le chenal. La taille du chenal sera contrôlée par la hauteur de l'eau en amont, qui sera de 1,50 mètre IGN à l'ouvrage d'alimentation de Oualalane.

E.3 Sols

Les plans géotechniques correspondent aux informations présentées à l'Annexe D (Aspects géotechniques). Les principales conclusions sont supportées par les travaux de laboratoire d'essai sur les sols qui ont été réalisés par le CEREEQ dans le cadre de cette étude.

Il existe deux types de sols nettement différents dans la région du delta. Le premier type de sol se compose de sable de mauvaise qualité. Ce sable est presque certainement un dépôt éolien (sable de dune). Ce matériau, tout en étant facile à creuser et à transporter, s'érode facilement et peut être très perméable. Certains échantillons de sable analysés par le CEREEQ contenaient un montant appréciable de grains fins passant à travers un tamis de 0,1 millimètre. Ces grains fins réduisent la perméabilité du matériau. Dans l'ensemble, ce sable possède une plasticité minime ou nulle.

Le second type de sol du delta consiste en un argile de bonne qualité possédant un indice de plasticité fort élevé. Cette sorte de matériau a tendance à se fendiller quand il est sec et forme une croûte dure. Il est plus difficile de creuser et d'agglomérer ce type de sol et, sauf là où il existe des fentes, le matériau sera pratiquement imperméable. Lorsque le matériau est sec, sa croûte dure servira de protection contre l'érosion. Cependant, lorsque le matériau est complètement mouillé par l'eau de la saison des pluies ou par la présence de mares, il a tendance à s'éroder s'il est remué.

Il est souhaitable qu'une couverture végétale serve de protection contre l'érosion. Toutefois, il peut s'avérer relativement difficile de créer une couverture végétale. Une autre possibilité de protection contre

l'érosion consiste à recouvrir toutes les digues d'un sol cimenté. Le sable de dune peut servir d'élément de base idéal à la fabrication de ce sol cimenté. L'argile ne conviendra certainement pas à la composition de ce ciment. Le sol cimenté recouvrira toute la structure de la digue à l'exception de la route. Le poste sol cimenté des coûts de construction pourra être assez important. Si la proportion des rives est d'un sur trois, nous estimons qu'il ne sera pas nécessaire de prévoir une protection contre l'érosion. L'examen, en août 1985, de la digue de Dama vient étayer cette hypothèse. L'inclinaison relativement faible des rives atténue également les pressions exercées sur les fondations.

Dans les parties des digues qui dépassent 0,5 m de haut, il sera nécessaire d'installer un drain en gravier pour abaisser la surface des eaux souterraines. Le gravier qui composera le drain sera mélangé à du sable fin afin de réduire le risque d'érosion interne. Le drain en gravier se déversera librement aux empattements des digues.

E.4 Matériaux de construction

Les digues seront construites avec les matériaux extraits du chenal de Oualalane et des fosses d'emprunt près de chaque digue. Il sera nécessaire de disposer d'une source de gravier pour les drains souterrains, d'une part, et pour le revêtement de la chaussée, d'autre part. Du ciment devra être importé pour les travaux.

Les ouvrages hydrauliques seront consolidés avec du béton. Le sable local pourra être utilisé, mais il faudra trouver une source de gravier et importer du ciment. Le sable et le gravier utilisés comme agrégat ne doivent pas contenir de sel afin d'empêcher la corrosion des barres d'armature en acier.

Il sera très vraisemblablement possible d'obtenir les vannes des ouvrages hydrauliques auprès d'un industriel ordinaire. Elles seront probablement importées soit d'Europe, soit des Etats-Unis. Pendant la phase finale de l'étude, il conviendra d'examiner la possibilité de fabriquer les

vannes des digues B et C à partir d'acier galvanisé. Même si la durée de vie théorique des vannes sera réduite, elles auront l'avantage probable de pouvoir être construites à Nouakchott, à Saint-Louis ou à Dakar à un coût considérablement moindre.

Toutes les digues, à l'exception de la digue C, nécessiteront des batardeaux. Les batardeaux des digues B et C seront petites et pourront probablement être construites avec les matériaux localement disponibles. Les batardeaux à l'emplacement des digues A ou A' seront étendus du fait qu'ils traverseront le marigot de Tiallakt. Il faudra importer des tôles d'acier pour construire les pilotis de ces deux digues. Le pilotis d'acier construit avec de la ferraille qui a servi à construire le barrage de Diama pourra être utilisé s'il est toujours disponible. Il sera nécessaire d'importer des tôles d'acier pour tout autre pilotis.

E.5 Caractéristiques techniques des digues et des ouvrages hydrauliques (avec digue rive droite)

Les informations relatives à chacune des digues sont récapitulées au Tableau E-1. Les Tableaux E-5 à 20 présentent des données complémentaires.

Tableau E-1
Dimensions des digues

	Digues				
	A	A'	B	C	D
Longueur (en mètres)	5.957	8.347	3.135	5.308	620
Hauteur maximale (m)	3,0	6,3	1,5	1,2	1,3
Largeur en crête (m)	3,5	3,5	9,0	3,5	3,5
Cote en crête (mètres IGN)	2,25	2,25	1,25	1,25	1,25
Route	Non/Oui	Non	Oui	Non/Oui	Oui

On peut remarquer que la digue A' est relativement élevée et que durant la phase finale de l'étude elle devra être considérée comme un petit barrage.

La Figure E-1 présente une coupe transversale d'une digue type. Elle comporte une digue avec une route de 9 mètres de large et une digue de 3,5 mètres sans route.

Le Tableau E-2 est une récapitulation des caractéristiques techniques d'un ouvrage hydraulique.

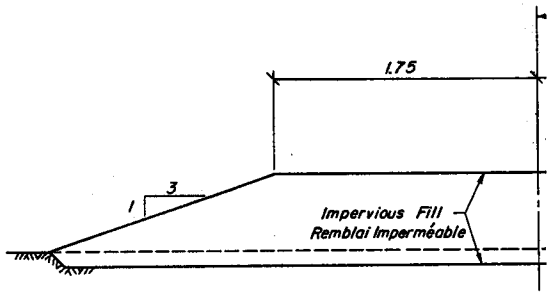
Tableau E-2
Données relatives aux ouvrages vannes

	Digues			
	A	A'	B	C
Nombre de vannes				
1 m x 2,5 m	2	2	7	12
1 m x 1 m	1	1	0	0
Épaisseur de l'ouvrage (en mètres)	0,5	0,5	0,5	0,5
Longueur de l'ouvrage (en mètres)	21,5	40	17,7	10,6
Largeur de l'ouvrage (en mètres)	8	8	21,5	36,5

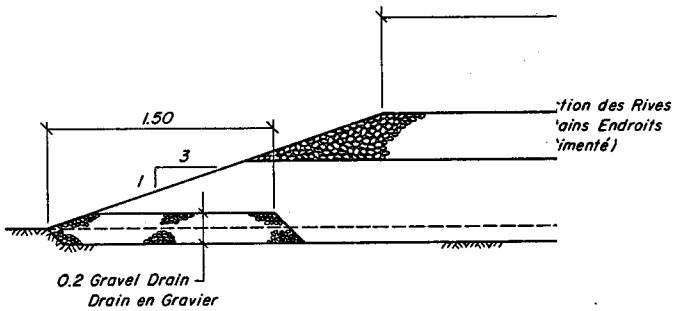
On suppose, pour les vannes des digues A' et A, que la hauteur de l'eau en amont (Zone I) sera de 0,7 mètre IGN et que la hauteur de l'eau en aval (Zone II) sera de 0,4 mètre IGN, soit une différence de niveau de 0,3 mètre. On suppose que le bas de la vanne se trouve à -4,0 mètres IGN pour la digue A' et à -0,75 mètres IGN pour la digue A.

On suppose, pour la vanne de la digue B, que la hauteur de l'eau sera de 0,75 mètre IGN en amont (Zone IV) et de 0,4 mètre en aval (Zone II) et que le bas de la vanne se situera à -0,2 mètre IGN.

On suppose, pour la vanne de la digue C, que la hauteur de l'eau sera de 0,75 mètre IGN en amont (Zone IV) et de 0,50 mètre IGN en aval. On suppose que le bas des vannes se situera à 0,07 mètre IGN.



**COUPE
TYPICAL**
(WITHOUT
(HEIGHT LESS TI



JARY
IN DELTA

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

**TYPICAL DIKE SECTIONS
COUPES DE DIGUE TYPES**

FIGURE E-1

E.6 Caractéristiques techniques des digues et des ouvrages hydrauliques
(sans digue rive droite)

Le Tableau E-3 récapitule les informations relatives à chacune des digues si l'on suppose qu'il n'existe pas de digue rive droite dans la région du delta.

Tableau E-3
 Dimensions des digues

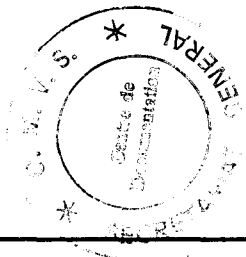
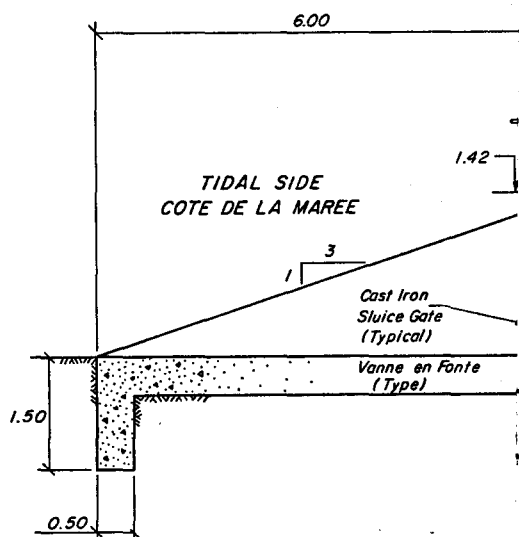
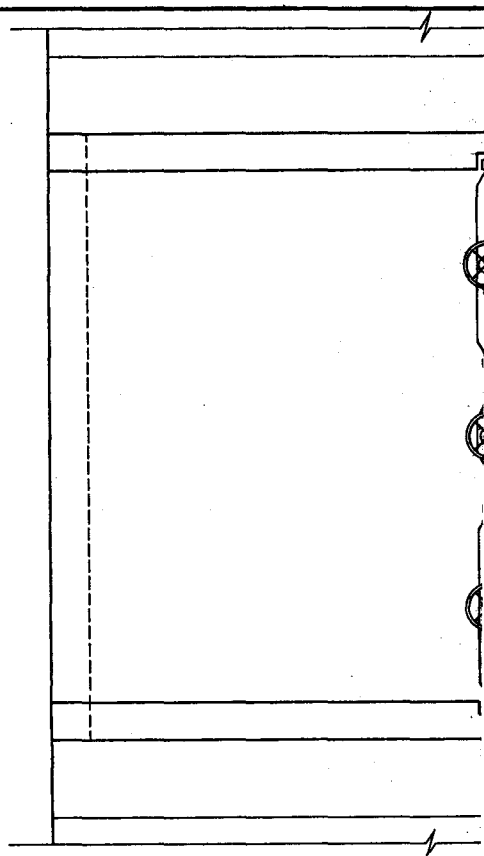
	Digues				
	A	A'	B	C	D
Longueur (en mètres)	5.957	-	4.890	13.319	620
Hauteur maximale (m)	6,3	-	2,3	3,3	1,3
Largeur de la structure supérieure (m)	3,5	-	10,6	10,6	3,5
Hauteur de la structure supérieure (mètres IGN)	2,25	-	3,1	3,35	1,25
Route	Non	-	Non	Oui	Oui

La Figure E-2 présente un ouvrage hydraulique type. C'est l'ouvrage hydraulique prévu pour la digue A.

Le Tableau E-2 récapitule les caractéristiques techniques des ouvrages hydrauliques des diverses digues si l'on suppose qu'il n'existe pas de digue rive droite dans la région du delta.

Tableau E-4
 Données sur les ouvrages hydrauliques

	Digue		
	A	B	C
Nombre de vannes			
1 m x 2,5 m	2	2	2
1 m x 1 m	1	0	0
Epaisseur de l'ouvrage (m)	0,5	0,5	0,5
Longueur de l'ouvrage (m)	21,5	30,4	30,3
Largeur de l'ouvrage (m)	8	6,5	6,5



ARY
N DELTA

ETUDE DE FACTIBILITE POUR LA
CREATION D'UN ESTUAIRE ARTIFICIEL
DANS LE BAS DELTA MAURITANIEN

TYPICAL OUTLET STRUCTURE
INSTALLATION DE DECHARGE TYPE

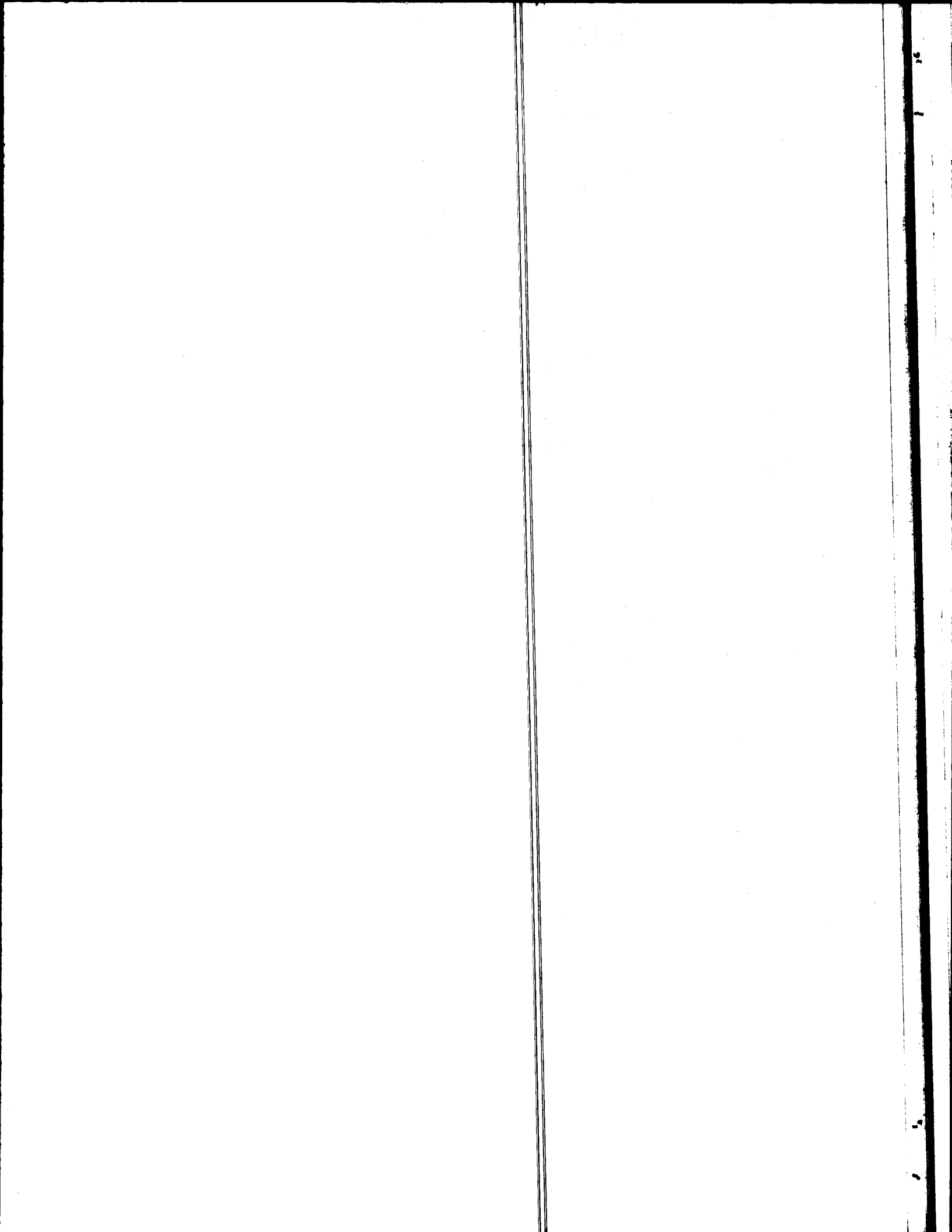


FIGURE E-2

Sans la rive droite dans la région du delta, il sera nécessaire de construire une route à deux voies sur les dunes de Beret et de Hagui afin de relier les digues B et C à la digue rive droite aux points T1 et T9 tel qu'il a été défini par la SOGREAH (1985).

Si la digue rive droite est réalignée sur les digues B et C, le plan des vannes prévues pour les deux digues sera affecté. Pour les vannes des digues B et C, la hauteur de l'eau en amont (Zone IV) sera alors de 1,5 mètre IGN. La différence entre les niveaux de l'eau sera accrue; en conséquence, le nombre des vannes pourra être réduit pour les deux digues.

E.7 Prix unitaires

On a eu recours à trois séries de prix unitaires récents pour effectuer la sélection des coûts unitaires présentés au Tableau E-5. Les coûts unitaires utilisés par Coyne et Bellier et al (1985), par l'USAID (1984) et par la SOGREAH (1985) sont généralement semblables aux coûts sélectionnés. Les coûts sélectionnés datent de juin 1984. Il y a lieu de mettre à jour ces coûts afin de refléter les dépenses qui seront réellement engagées au moment de la construction.

E.8 Divers coûts de construction

Le défrichage et le déracinement consistent à arracher la végétation sur la superficie du site de la digue. Le décapage consiste à dégager la superficie du site de la digue des matériaux sur une épaisseur de 0,1 mètre de matériaux. L'extraction ordinaire consiste à creuser une tranchée de 1,50 mètre de large au fond, de 1 mètre de profondeur et d'une déclivité latérale de 1 sur 1. La tranchée sera utilisée lorsque la hauteur de la digue dépassera 0,5 mètre. L'extraction d'emprunt consiste à transporter les matériaux des fosses d'emprunt à la digue. Etant donné qu'une grande quantité de matériaux seront extraits pendant la creusement du canal de Qualalane, il sera possible de s'en servir comme remblai pour la construction de la digue, ce qui éliminera le coût de l'extraction des matériaux d'emprunt.

Tableau E-5

Comparaison des prix unitaires de référence

Poste	Unités	Coûts (UM)			Sélectionné
		Coyne et Bellier (1985)	AID-REDO (1984)	SOGREAH (1985)	
Batardeau	m ²	-	-	-	15.120
Défrichement et déracinement	m ²	15	7	3,3	15,8
Décapage	m ³	83	133	186	315
Extraction ordinaire	m ³	150	-	250	284
Extraction d'emprunt	m ³	-	240	-	252
Remblai imperméable	m ³	210	240	270	236
Remblai de drain	m ³	1.200	-	-	1.130
Remblai de route	m ³	1.200	1.000	770	819
Protection contre érosion	m ²	-	290	330	378
Béton	m ³	18.600	17.600	-	18.900
Armature d'acier	tonne	-	90.000	-	88.200
Moules	m ²	2.000	1.250	-	2.210
Vannes 1 m x 2,5 m	Pièce	-	-	-	1.240.000
Vannes 1 m x 1 m	Pièce	-	-	-	718.000
Imprévus		20 ⁽¹⁾	10 ⁽¹⁾	-	25 ⁽²⁾
Chantier		3 ⁽¹⁾	-	-	3 ⁽²⁾
Conception et supervision		7,5 ⁽¹⁾	-	-	7,5 ⁽²⁾

(1) Pourcentages (SOGREAH, et al, 1977)

(2) Pourcentages

Le remblai avec des matériaux imperméables consiste à transporter des matériaux jusqu'à l'emplacement de la digue, à les niveler et à les compacter. On utilisera des matériaux pour remblayer les drains des digues qui auront plus de 0,5 mètre de haut. Le drain en gravier sera installé au pied de la digue et aura 1,5 mètre de large sur 0,2 mètre de profondeur. Le remblai qui sera utilisé pour la route aura 0,3 mètre d'épaisseur et sera probablement en latérite qui devra être importée de fort loin.

Comme il a été examiné auparavant, il faut prendre en compte la protection contre l'érosion. Le matériau de protection consistera en un mélange de ciment et de matériau local. Ce mélange sera appliqué à la structure de la digue à une profondeur de 0,1 mètre.

La structure de la vanne sera construite en béton. Les prix des vannes sont calculés en tenant compte de la livraison au site du projet. Des coffrages seront utilisés pour construire l'ouvrage hydraulique en béton.

Finalement, le prix unitaire du batardeau comporte la construction d'un rideau de palplanches en acier s'il y a lieu. Les rives sablonneuses serviront à la construction d'un petit batardeau au marigot de la digue D. Le coût, qui sera négligeable, n'est pas inclus dans les estimations.

E.9 Tableaux des coûts en présence de la digue rive droite

Les devis de construction calculés à partir des divers prix unitaires et quantités unitaires examinés ci-dessus figurent dans les tableaux suivants.

<u>Ouvrage</u>	<u>Tableau</u>
Digue A' sans route	E-6
Digue A sans route	E-7
Digue A surmontée d'une route	E-8
Digue B surmontée d'une route	E-9
Digue C sans route	E-10
Digue C avec route	E-11
Digue D surmontée d'une route	E-12

Le devis de construction du canal de Oualalane est estimé à 26,9 millions UM et comporte l'extraction ordinaire de 94.800 tonnes de matériau.

E.10 Tableaux des coûts en l'absence de la digue rive droite

Les devis de construction établis pour les divers ouvrages utilisant les divers prix unitaires et quantités unitaires examinés ci-dessus figurent sur les tableaux suivants.

<u>Ouvrage</u>	<u>Tableau</u>
Digue A sans route	E-13
Digue B surmontée d'une route	E-14
Digue B avec route sur berme	E-15
Digue C surmontée d'une route	E-16
Digue C avec route sur berme	E-17
Digue D avec route	E-18

Le total des coûts à engager dans la route internationale qui parcourra les dunes de Beret et de Hagui est estimé à 34,4 millions UM. La longueur totale de la route qui parcourra les dunes est de 11.990 mètres.

E.11 Tableaux des coûts de la digue rive droite de T1 à T9

Calculés d'après les divers prix unitaires et quantités unitaires examinés ci-dessus, les coûts de construction ont été établis pour la digue rive droite surmontée d'une route et avec une route sur berme. Ces coûts figurent aux Tableaux E-18 et E-19.

Tableau E-6

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue A' sans route, en supposant la présence de la digue rive droite

		Prix unitaire (UM)	Quantité	Total (1.000 UM)
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	3.150
Batardeau	m ²	15.120	7.170	108.000
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	97.000	1.530
Déblayage	m ³	315	9.700	3.060
Extraction ordinaire	m ³	284	18.000	5.110
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	71.000	17.900
Remblai imperméable	m ³	236	120.000	28.300
Remblai de drainage	m ³	1.130	5.010	5.660
Remblai de route	m ³	819	0	0
Protection contre l'érosion	m ²	378	100.000	37.800
Béton	m ³	18.900	360	6.800
Armature d'acier	tonne	88.200	25,6	2.260
Moules	m ²	2.210	570	1.260
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	2	2.480
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	1	<u>718</u>
Total approximatif (milliers UM)				224.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 3.560

Tableau E-7

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue A sans route, en supposant l'existence d'une digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	2.520
Batardeau	m ²	15.120	4.200	63.500
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	62.800	990
Déblayage	m ³	315	6.280	1.980
Extraction ordinaire	m ³	284	12.400	3.520
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	11.000	2.770
Remblai imperméable	m ³	236	67.800	16.000
Remblai de drainage	m ³	1.130	3.450	3.900
Remblai de route	m ³	819	0	0
Protection contre l'érosion	m ²	378	65.060	24.600
Béton	m ³	18.900	175	3.310
Armature d'acier	tonne	88.200	12,4	1.090
Moules	m ²	2.210	250	553
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	2	2.480
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	1	<u>718</u>
Total approximatif (milliers UM)				128.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 2.030

Tableau E-8

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue A_r surmontée d'une route de 3,5 mètres de large,
en supposant l'existence d'une digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	2.520
Batardeau	m ²	15.120	4.200	63.500
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	62.800	990
Déblayage	m ³	315	6.280	1.980
Extraction ordinaire	m ³	284	12.400	3.520
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	11.000	2.770
Remblai imperméable	m ³	236	61.800	14.600
Remblai de drainage	m ³	1.130	3.450	3.900
Remblai de route	m ³	819	6.040	4.950
Protection contre l'érosion	m ²	378	65.060	24.600
Béton	m ³	18.900	175	3.310
Armature d'acier	tonne	88.200	12,4	1.090
Moules	m ²	2.210	250	553
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	2	2.480
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	1	<u>718</u>
Total approximatif (milliers UM)				131.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 2.080

Tableau E-9

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue B_r surmontée d'une route de 9,0 mètres,
en supposant l'existence d'une digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	315
Batardeau	m ²	15.120	320	4.840
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	5.780	91
Déblayage	m ³	315	3.240	1.020
Extraction ordinaire	m ³	284	130	37
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	0	0
Remblai imperméable	m ³	236	1.450	342
Remblai de drainage	m ³	1.130	36	41
Remblai de route	m ³	819	9.310	7.620
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	520	9.830
Armature d'acier	tonne	88.200	37	3.260
Moules	m ²	2.210	680	1.500
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	7	8.680
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	<u>0</u>
Total approximatif (milliers UM)				37.600
Total approximatif (milliers \$)				\$ 597

Tableau E-10

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue C sans route, en supposant l'existence d'une digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	0
Batardeau	m ²	15.120	0	0
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	20.100	318
Déblayage	m ³	315	3.680	1.160
Extraction ordinaire	m ³	284	4.210	1.200
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	0	0
Remblai imperméable	m ³	236	27.300	6.440
Remblai de drainage	m ³	1.130	2.010	2.270
Remblai de route	m ³	819	0	0
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	550	10.400
Armature d'acier	tonne	88.200	39,1	3.450
Moules	m ²	2.210	700	1.550
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	12	14.900
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	<u>0</u>
Total approximatif (milliers UM)				41.700
Total approximatif (milliers \$)				\$ 662

Tableau E-11

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue C_r surmontée d'une route de 3,5 mètres de large,
en supposant l'existence d'une digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	0
Batardeau	m ²	15.120	0	0
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	20.100	318
Déblayage	m ³	315	3.680	1.160
Extraction ordinaire	m ³	284	4.210	1.200
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	0	0
Remblai imperméable	m ³	236	21.730	5.130
Remblai de drainage	m ³	1.130	2.010	2.270
Remblai de route	m ³	819	5.570	4.560
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	550	10.400
Armature d'acier	tonne	88.200	39,1	3.450
Moules	m ²	2.210	700	1.550
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	12	14.900
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	<u>0</u>
Total approximatif (milliers UM)				449.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 713

Tableau E-12

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue D_r surmontée d'une route de 3,5 mètres de large,
en supposant l'existence d'une digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	315
Batardeau	m ²	15.120	0	0
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	3.540	56
Déblayage	m ³	315	360	113
Extraction ordinaire	m ³	284	330	94
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	0	0
Remblai imperméable	m ³	236	1.220	288
Remblai de drainage	m ³	1.130	90	102
Remblai de route	m ³	819	650	532
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	0	0
Armature d'acier	tonne	88.200	0	0
Moules	m ²	2.210	0	0
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	0	0
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	0
Total approximatif (milliers UM)				1.500
Total approximatif (milliers \$)				\$ 24

Tableau E-13

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue A sans route, en ne supposant pas de digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	2.520
Batardeau	m ²	15.120	4.200	63.500
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	62,800	990
Déblayage	m ³	315	6.280	1.980
Extraction ordinaire	m ³	284	11.400	3.520
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	72.200	18.200
Remblai imperméable	m ³	236	67.800	16.000
Remblai de drainage	m ³	1.130	3.450	3.900
Remblai de route	m ³	819	0	0
Protection contre l'érosion	m ²	378	65.060	24.600
Béton	m ³	18.900	175	3.310
Armature d'acier	tonne	88.200	12.4	1,090
Moules	m ²	2.210	250	533
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	2	2.480
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	1	<u>718</u>
Total approximatif (milliers UM)				143.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 2.270

Tableau E-14

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue B_r surmontée d'une route de 10,6 mètres de large,
en ne supposant pas de digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	315
Batardeau	m ²	15.120	320	4.840
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	98.700	1.560
Déblayage	m ³	315	10.700	3.370
Extraction ordinaire	m ³	284	10.300	2.920
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	189.000	47.600
Remblai imperméable	m ³	236	151.000	35.600
Remblai de drainage	m ³	1.130	2.870	3.250
Remblai de route	m ³	819	16.900	13.800
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	195	3.690
Armature d'acier	tonne	88.200	14	1.230
Moules	m ²	2.210	320	710
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	0	2.480
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	0
Total approximatif (milliers UM)				121.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 1.920

Tableau E-15

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue B_r avec route sur berme de 10,6 mètres de large,
en ne supposant pas de digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	315
Batardeau	m ²	15.120	320	4.480
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	116.000	1.830
Déblayage	m ³	315	12.400	3.910
Extraction ordinaire	m ³	284	10.300	2.920
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	144.000	36.300
Remblai imperméable	m ³	236	115.000	27.100
Remblai de drainage	m ³	1.130	2.870	3.250
Remblai de route	m ³	819	16.900	13.800
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	195	3.690
Armature d'acier	tonne	88.200	14	1.230
Moules	m ²	2.210	320	710
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	2	2.480
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	<u>0</u>
Total approximatif (milliers UM)				102.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 1.619

Tableau E-16

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue C_r surmontée d'une route de 10,6 mètres de large,
en ne supposant pas de digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	0
Batardeau	m ²	15.120	0	0
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	290.000	4.570
Déblayage	m ³	315	31.100	9.800
Extraction ordinaire	m ³	284	28.800	8.200
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	621.000	156.000
Remblai imperméable	m ³	236	497.000	117.000
Remblai de drainage	m ³	1.130	7.990	9.100
Remblai de route	m ³	819	46.000	37.700
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	200	3.780
Armature d'acier	tonne	88.200	14	1.230
Moules	m ²	2.210	330	730
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	2	2.480
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	<u>0</u>
Total approximatif (milliers UM)				351.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 5.570

Tableau E-17

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue C_r avec une route sur berme de 10,6 mètres de large,
en ne supposant pas de digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	0
Batardeau	m ²	15.120	0	0
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	423.000	6.680
Déblayage	m ³	315	44.400	14.000
Extraction ordinaire	m ³	284	28.800	8.200
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	484.000	122.000
Remblai imperméable	m ³	236	387.000	91.300
Remblai de drainage	m ³	1.130	7.990	9.100
Remblai de route	m ³	819	46.000	37.700
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	200	3.780
Armature d'acier	tonne	88.200	14	1.230
Moules	m ²	2.210	330	730
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	2	2.480
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	<u>0</u>
Total approximatif (milliers UM)				297.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 4.710

Tableau E-18

Coûts estimatifs de construction en 1984,
Digue D_r surmontée d'une route de 3,5 mètres de large,
en ne supposant pas de digue rive droite

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	315
Batardeau	m ²	15.120	0	0
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	3.540	56
Déblayage	m ³	315	360	113
Extraction ordinaire	m ³	284	330	94
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	2.010	507
Remblai imperméable	m ³	236	1.220	288
Remblai de drainage	m ³	1.130	90	102
Remblai de route	m ³	819	650	532
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	0	0
Armature d'acier	tonne	88.200	0	0
Moules	m ²	2.210	0	0
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	0	0
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	0
Total approximatif (milliers UM)				2.010
Total approximatif (milliers \$)				\$ 32

Tableau E-19

Coûts estimatifs de construction en 1984,
digue rive droite surmontée d'une route de 10,6 mètres de large

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	0
Batardeau	m ²	15.120	0	0
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	518.000	8.200
Déblayage	m ³	315	56.000	17.600
Extraction ordinaire	m ³	284	57.000	16.200
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	976.000	246.000
Remblai imperméable	m ³	236	781.000	184.000
Remblai de drainage	m ³	1.130	15.800	17.900
Remblai de route	m ³	819	91.000	74.500
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	400	7.560
Armature d'acier	tonne	88.200	28	2.470
Moules	m ²	2.210	660	1.460
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	4	4.960
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	<u>0</u>
Total approximatif (milliers UM)				581.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 9.220

Tableau E-20

Coûts estimatifs de construction en 1984,
digue rive droite avec route sur berge de 10,6 mètres de large

<u>Rubrique</u>	<u>Unité</u>	<u>Prix unitaire (UM)</u>	<u>Quantité</u>	<u>Total (1.000 UM)</u>
Entretien de l'eau et contrôle de l'érosion	Travail	Forfait	-	0
Batardeau	m ²	15.120	0	0
Défrichage et déracinement	m ²	15,8	610.000	9.640
Déblayage	m ³	315	65.300	20.600
Extraction ordinaire	m ³	284	57.000	16.200
Extraction de matériaux d'emprunt	m ³	252	753.000	190.000
Remblai imperméable	m ³	236	602.000	142.000
Remblai de drainage	m ³	1.130	15.800	17.900
Remblai de route	m ³	819	91.000	74.500
Protection contre l'érosion	m ²	378	0	0
Béton	m ³	18.900	400	7.560
Armature d'acier	tonne	88.200	28	2.470
Moules	m ²	2.210	660	1.460
Vanne: 1 m x 2,5 m	pièce	1.240.000	4	4.960
Vanne: 1 m x 1 m	pièce	718.000	0	<u>0</u>
Total approximatif (milliers UM)				487.000
Total approximatif (milliers \$)				\$ 7.730

ANNEXE F

ANALYSE ECONOMIQUE

Les renseignements présentés dans cette annexe ont été préparés pour la plupart par la société AIRD (Associates for International Resources and Development, Inc. -- Associés pour les ressources et le développement internationaux). En élaborant cette analyse économique, l'AIRD s'est appuyé fortement sur son expérience en Afrique de l'Ouest. Les renseignements présentés aux autres annexes de ce rapport ont été intégrés dans l'analyse économique. Le personnel de l'AIRD et de Gannett Fleming a élaboré les options au niveau du projet au cours de plusieurs séances de travail.

F.1 Introduction

Vu que l'analyse des options au niveau du projet exige l'évaluation de l'efficacité et de la rentabilité des différentes possibilités d'investissement, on applique deux techniques d'évaluation courantes: la valeur actuelle nette (VAN) totale et le taux de rentabilité interne (TRI). Les valeurs actuelles nettes représentent le meilleur indice de la viabilité du projet, dans la mesure où elles calculent la valeur nette totale ou l'excédent généré par le projet au-delà de ce que les mêmes fonds auraient rapporté si on les avait investis dans d'autres secteurs. L'analyse VAN permet une évaluation crédible du projet tant que toutes les options au niveau du projet sont supposées produire des bénéfices après une période équivalente, que les ressources budgétaires suffisent pour financer chacun des projets qui sont à l'étude et qu'il est possible de parvenir à une estimation relativement exacte du coût d'opportunité du capital.

Dans le cas où ces conditions ne sont pas satisfaites, le critère du TRI constitue un outil d'analyse utile mais pas tout à fait compréhensif. Le taux s'avère utile dans la mesure où il évalue l'efficacité d'un projet en matière de recouvrement des capitaux investis et donne lieu à moins d'erreurs en estimant les coûts ou les bénéfices économiques du fait que le

calcul du taux n'exige pas de données sur le coût d'opportunité du capital. Cependant, l'analyse du taux de rentabilité interne peut être trompeuse lorsque les diverses options au niveau du projet entraînent chacune un calendrier différent en ce qui concerne le flux des coûts et des bénéfices. Le calcul de la VAN dépend en bonne partie des estimations du coût d'opportunité du capital. Dans cette étude, on utilise un taux de 12 pour cent; il convient de considérer que ce taux est une approximation à 1 ou 2 pour cent près. Toute option au niveau du projet qui présente un TRI supérieur à 10 ou 11 pour cent sera peut-être viable sur le plan économique et mérite donc un examen approfondi.

F.2 Contexte

Les bénéfices et les coûts associés aux différentes combinaisons de digues, d'ouvrages hydrauliques, de routes et ainsi de suite sont basés sur les estimations quantitatives effectuées par diverses organisations, à diverses époques et à divers niveaux de détail et de précision. Dans la mesure du possible, on a essayé de rendre ces renseignements homogènes de manière à permettre l'élaboration d'une analyse réaliste de la viabilité économique et financière de différentes options au niveau du projet.

F.2.1 Avantages pour l'élevage

La population potentielle totale du bétail dans la région du bas delta est estimée à 4.700. Le rendement optimal dû à l'inondation contrôlée est le double du rendement potentiel existant, en raison de l'amélioration de la valeur nutritionnelle des fourrages verts, en comparaison avec la matière sèche, et de l'augmentation de la superficie des pâturages liée au fonctionnement des digues. En conséquence, les avantages pour l'élevage au niveau du projet sont basés sur une population hypothétique de 4.700 animaux, répartis en bovins et petits ruminants dans une proportion de 77 à 23, d'après le rapport du GERSAR effectuée pour la FAO: Endiguement rive droite du delta du fleuve Sénégal, Annexe 5 (mars 1982). Les enquêtes sur la région réalisées par l'AIRD signalent un prix du marché de 22.680 UM pour les bovins et de 4.221 UM pour les petits ruminants. En appliquant ces prix

à la population animale de 4.700 têtes, pondérée selon la répartition des différentes espèces animales, on obtient un bénéfice potentiel maximum de 368.700 UM. D'après les estimations, l'effectif global du bétail augmentera de 20 pour cent par an au cours d'une période de cinq ans et le taux d'exploitation annuel s'élèvera à 12 pour cent.

F.2.2 Avantages pour la production laitière

Les études antérieures de l'AIDR effectuées sur le terrain en Afrique de l'Ouest montrent que la valeur de la production laitière est approximativement égale à la valeur des animaux qui produisent le lait. On suppose donc que les avantages pour la production laitière seront égaux à la valeur vénale du nombre global d'animaux ajoutés à la région du bas delta grâce à la construction et au fonctionnement des digues. A la différence des avantages pour le bétail, qui sont limités à la valeur de l'augmentation des effectifs des troupeaux et des taux d'exploitation annuels correspondants, les avantages pour la production laitière se retrouvent intégralement chaque année au niveau du troupeau entier existant. Par conséquent, les avantages pour la production laitière sont généralement supérieurs aux avantages pour le bétail jusqu'au moment où le marché local est saturé.

F.2.3 Avantages pour les cultures maraîchères

Le rapport du GERSAR signale également que l'inondation contrôlée de la région du bas delta rendra approximativement 60 hectares de nouvelles terres disponibles pour les cultures maraîchères pendant chacune des 10 premières années. Une analyse budgétaire agricole effectuée par l'AIDR en Mauritanie au cours de l'année 1982 montre que les revenus nets aux niveaux de production actuels s'élèvent à 50.400 UM par hectare par an aux prix de 1981. En appliquant ce chiffre à l'augmentation annuelle au niveau des cultures, on obtient les bénéfices nets fournis par le projet estuarien. Les estimations du GERSAR se référant aux cultures maraîchères dans les zones irriguées en amont du bas delta sont présentées aux Sections F.4 et F.5.

F.2.4 Avantages pour la pêche

Il est estimé que l'augmentation des possibilités de pêche imputable au projet se chiffre à 65 tonnes par an. On suppose que cette augmentation sera incorporée dans le projet par degrés, à un taux de croissance de 20 pour cent jusqu'à la cinquième année, où l'augmentation totale de 65 tonnes sera atteinte. Aux prix de 1981, le prix du poisson sur le marché est de 13 UM/kg en moyenne. Il suffit de multiplier ce prix par l'augmentation de la quantité pour obtenir le total des bénéfices imputables au projet. On estime que toutes les options envisagées fourniront les mêmes bénéfices en matière de pêche, vu que tout aménagement du bas delta rendra les bénéfices de la pêche disponibles à la région, mais les options sans digue rive droite (et sans parc) présenteront d'autres bénéfices dans ce domaine au niveau de la Zone IV. Ces bénéfices sont évalués à approximativement 390 tonnes par an.

F.2.5 Avantages pour le transport

Les avantages pour le transport sont calculés en fonction du nombre de kilomètres de chaussée fourni par les nouvelles digues. On multiplie le total par un facteur de réduction des coûts de 8,4 UM/km/tonne, qui peut être attribué à l'efficacité du transport sur une chaussée aménagée. Les économies estimatives qui en découlent sont basées sur le travail sur le terrain effectué antérieurement par l'AIDR. A présent, l'importance du transport est évaluée à approximativement 2.000 tonnes par an et, d'après les estimations, une augmentation imputable au projet estuarien se produira progressivement à un taux de 1.500 tonnes par an au cours des 10 premières années. La plupart du transport concerne les cultures maraîchères; on pense que les augmentations au niveau de la production laitière et de la pêche seront consommées localement. Aucun avantage pour le transport n'est appliqué aux cultures maraîchères en amont, vu que, dans ce cas précis, il est probable que le transport sera assuré en grande partie par d'autres routes que celles qui sont évaluées dans ce rapport.

F.2.6 Avantages pour le tourisme

Les avantages pour le tourisme sont calculés en projetant la construction et le fonctionnement d'un maximum de 25 refuges dans la région du parc national. On suppose que le visiteur moyen passera 2 ou 3 jours par visite et que ses dépenses quotidiennes se chiffreront à approximativement 2.200 UM. En multipliant les 25 refuges par 2 personnes par jour, par un taux d'occupation égal à deux tiers pendant six mois de l'année, et par 2.200 UM par jour, on obtient un bénéfice brut annuel de 13,2 millions d'UM. Le bénéfice net est estimé à 50 pour cent du montant brut. La somme en UM est convertie en UM de 1981 afin de pouvoir l'utiliser dans les tableaux coûts-bénéfices.

F.2.7 Coûts de construction

Les coûts de construction se basent sur les estimations présentées à l'Annexe E. On suppose que tous les travaux seront achevés dans une période de 12 mois. Les coûts de construction de la digue rive droite sont basés sur les évaluations du GERSAR (1985), multipliées par un facteur de 2,4, conformément à l'analyse présentée dans l'Annexe F.

F.2.8 Coûts d'entretien

Le coût de l'entretien des routes est évaluée à approximativement 200 UM/km/an. Il suffit de multiplier ce chiffre par le nombre total de kilomètres de routes sur les nouvelles digues pour obtenir les coûts d'entretien annuels globaux. En ce qui concerne la main-d'oeuvre complémentaire, il est estimé qu'on aura besoin d'un administrateur à Saint-Louis, d'un chef de chantier et d'un secrétaire ou d'un assistant administratif pour le chef de chantier. On suppose que toutes ces personnes travailleront 300 jours par an et qu'on appliquera le salaire rural non-agricole moyen de 100 UM/jour, sauf dans le cas de l'administrateur, dont le salaire sera approximativement 200 UM/jour. En outre, il convient d'affecter 63.000 UM/an à la construction et à l'entretien d'une petite installation de bureaux; ce montant assurera également les coûts des

véhicules et de l'équipement au niveau du bureau. D'autres sommes destinées à couvrir les matériaux et les fournitures sont spécifiées conformément aux renseignements présentés à l'Annexe E.

F.2.9 Coûts de remise en état

Il est estimé que les coûts de remise en état représentent 20 pour cent des coûts de construction et que ces frais seront encourus tous les 20 ans. Cette projection suppose qu'il n'y aura pratiquement aucun entretien régulier, à part les réparations de routes et les activités d'entretien de vannes les plus essentielles.

F.2.10 Niveaux de prix

L'analyse économique des coûts et des bénéfices est basée sur les niveaux de prix de 1981. C'est en 1981 que le GERSAR a effectué son étude sur la digue rive droite. Deuxièmement, en ce qui concerne l'état du marché au cours de la période en question, on estime que les niveaux de prix des produits de base de cette année représentent bien les conditions stables qui, tout bien considéré, sont susceptibles de dominer. Tous les bénéfices sont basés sur les niveaux de prix de 1981. Toutes les estimations de coûts présentées à l'Annexe E ont été converties aux niveaux de 1981 purement pour des raisons d'analyse économique.

F.3 Analyse des aspects économiques des digues du delta

Le Tableau F-1 présente la valeur actuelle nette et le taux de rentabilité interne calculés pour neuf options au niveau du projet, y compris diverses combinaisons de digues et de routes ainsi que la possibilité d'un parc dans le delta. Seuls les coûts associés aux digues A, B, C et D et à diverses routes figurent dans les calculs. De la même façon, on ne prend en considération que les bénéfices imputables à leur construction. En particulier, ni les coûts ni les bénéfices associés à la digue rive droite ne figurent dans cette analyse: la digue rive droite est considérée comme admise dans l'analyse des options 1 à 9.

TABLEAU F-1

VALEUR ACTUELLE NETTE ET
TAUX DE RENTABILITE INTERNE
RESUME
AVEC TAUX D'ACTUALISATION DE 12 POUR CENT

Annual Net Benefits (1981 UM X 1000)

Year	Option 1	Option 2	Option 3	Option 4	Option 5	Option 6	Option 7	Option 8	Option 9
0	-193941.2	-193529.4	-103352.9	-224823.5	-224823.5	-193941.2	-193529.4	-224823.5	-103352.9
1	1402.4	1473.0	-577.8	2340.4	3654.7	2716.7	2787.3	2454.5	736.6
2	3404.8	3528.3	-390.5	5534.0	8167.0	6037.8	6161.3	5764.3	2229.5
3	5407.3	5583.7	-203.2	8727.7	12679.3	9358.9	9535.3	9074.0	3722.4
4	7409.7	7639.0	-16.0	11921.3	17191.6	12680.0	12909.3	12383.8	5215.4
5	9412.0	9694.3	171.3	15114.9	21703.9	16001.1	16283.3	15693.5	6708.3
6	11220.3	11555.5	164.4	18114.4	24705.1	17811.1	18146.2	17492.2	6755.1
7	13035.4	13423.5	164.4	21120.8	27711.5	19626.2	20014.3	19296.0	6755.1
8	14850.7	15291.7	164.4	24127.1	30717.9	21441.4	21882.4	21099.8	6755.1
9	16665.8	17159.7	164.4	27133.5	33724.2	23256.5	23750.5	22903.6	6755.1
10	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
11	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
12	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
13	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
14	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
15	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
16	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
17	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
18	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
19	18481.0	19027.8	164.4	30139.9	36730.6	25071.7	25618.6	24707.5	6755.1
20	-5524.9	-4976.0	-4653.3	4198.7	10789.4	983.5	1612.7	-1233.7	1937.5
NPV	-115404.6	-112527.5	-104101.8	-95850.6	-57206.4	-76768.8	-73883.0	-110216.9	-65540.6
IRR	0.026412	0.029497	Negative	0.060437	0.086430	0.063242	0.065691	0.046144	0.009764

On a adopté une nomenclature sténographique pour éviter la répétition dans le texte. La notation (R) signifie qu'une route est associée à la digue en question. En ce qui concerne les options 1 à 9, on peut supposer que toutes les routes seront situées sur la partie supérieure de la digue, conformément aux caractéristiques techniques présentées aux Annexes D et E de ce rapport.

Les Tableaux F-2 à F-10 présentent les analyses coûts-bénéfices des neuf options. Nous procéderons maintenant à un examen de l'analyse coûts-bénéfices de chaque option.

F.3.1 Option 1: Dignes A(R), C et D(R) sans parc

Cette option prévoit les digues nécessaires pour l'inondation contrôlée à l'intérieur de la Zone V. Il s'agit également de fournir des routes pour assurer le transport allant des dunes de Hagui et de Beret à la côte. Un meilleur accès aux marchés de Nouakchott et de Rosso n'est possible qu'en passant par la digue rive droite, vu que la digue C n'est pas aménagée d'une route et que la digue B n'est pas prévue. Les digues A et D permettent un accès à Nouakchott en suivant la route traditionnelle sur la plage.

A défaut de la digue B et d'une route sur la digue C, les producteurs sur la dune de Hagui seront relativement isolés par rapport à la route de la digue rive droite. L'Option 1 présente un autre problème lié à l'absence de la digue B: il sera plus difficile d'immerger la Zone IV à un niveau d'eau de 0,50 à 0,75 mètre IGN, ce qui réduira la superficie productive globale des Zones II et IV d'approximativement 25 pour cent.

Les avantages de cette option sont liées pour la plupart à l'absence d'un parc, ce qui libérera les producteurs de la restriction sur l'agriculture et l'élevage dans la Zone IV; à la réduction des coûts grâce à la décision de ne pas construire la digue B; et à la valeur conjuguée des digues D et A à l'égard du transport à la côte et de la possibilité d'inonder la région la plus importante en matière de cultures maraîchères:

TABLEAU F-2

OPTION 1
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES A(R)+C+D(R)
 SANS PARC
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Livestock	:	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
Milk	:	17.3	34.7	52.0	69.3	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6
Vegetables	:	1744.9	3507.1	5269.4	7031.6	8793.8	10556.1	12318.3	14080.6	15842.8	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Transport	:	70.6	123.5	176.4	229.3	282.2	335.2	388.1	441.0	493.9	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8
TOTAL BENEFITS	:	2020.1	4022.4	6024.9	8027.3	10029.7	11838.0	13653.1	15468.3	17283.4	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7	19098.7
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Construction	193941.2	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Maintenance	:	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	24005.9
TOTAL COSTS	193941.2	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	24623.5
NET BENEFITS	-193941.2	1402.4	3404.8	5407.3	7409.7	9412.0	11220.3	13035.4	14850.7	16665.8	18481.0	18481.0	18481.0	18481.0	18481.0	18481.0	18481.0	18481.0	18481.0	18481.0	18481.0	-5524.9
NPV à 12%	-193941.2	1252.1	2714.3	3848.8	4709.0	5340.6	5684.6	5896.6	5997.9	6009.8	5950.4	5312.8	4743.6	4235.4	3781.6	3376.4	3014.7	2691.6	2403.3	2145.8		-572.7

F-9

la Zone II. Les possibilités d'augmenter la production seront en quelque sorte limitées, cependant, vu que la digue B ne sera pas disponible pour contrôler l'inondation de la Zone II.

F.3.2 Option 2: Dignes A, C(R) et D(R) sans parc

L'Option 2 représente une combinaison de digues similaire à l'Option 1, sauf qu'il s'agit de construire une route sur la digue C au lieu de la digue A. La route sur la digue C a une valeur claire, dans la mesure où elle fournit un lien direct entre la dune de Hagui et la digue rive droite et permet ainsi d'accéder à la route de raccordement Nouakchott-Rosso le plus directement que possible. Mais la valeur de la route sur la digue C est diminuée par deux facteurs. Premièrement, la surface du sol entre la dune de Hagui et l'endroit auquel la digue C rencontrera la digue rive droite est relativement dure et ne pose aucun obstacle au transport. Par contre, le marigot de Tichilitt pose un obstacle au transport, mais un chauffeur ne rencontre aucune difficulté importante avant d'arriver à l'embouchure du marigot de Nciadier, point auquel il circule déjà sur la route de la digue rive droite. Deuxièmement, la plupart des légumes destinés au marché passeront par la dune de Beret avant d'arriver à la digue rive droite et une bonne partie de la production de bétail de la Zone V continuera à utiliser la plage pour le transport. Ainsi, il est probable que le volume de transport le long de la digue C ne sera pas très élevé.

L'absence d'une route sur la digue A représente une autre faiblesse de l'Option 2. La surface du sol entre la dune de Beret et la côte est difficile à traverser et le marigot de Tiallakt constitue un obstacle important. Si le coût d'opportunité de la construction d'une route sur la digue C est déterminé en partie par le poids économique du transport de biens entre Beret et la côte sans route, les bénéfices nets de la construction d'une route sur la digue C seront certainement faibles et peut-être même négatifs. Il convient de tenir compte de ces considérations concernant les caractéristiques du terrain en interprétant les calculs des bénéfices nets de la construction de routes dans cette étude. Le calcul des bénéfices routiers ne comporte qu'une comparaison des coûts du transport,

TABLEAU F-3

OPTION 2
 ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES
 DIGUES A+C(R)+D(R)
 SANS PARC
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Livestock	:	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
Milk	:	17.3	34.7	52.0	69.3	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6
Vegetables	:	1744.9	3507.1	5269.4	7031.6	8793.8	10556.1	12318.3	14080.6	15842.8	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Transport	:	141.1	247.0	352.8	458.6	564.5	670.3	776.2	882.0	987.8	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7
TOTAL BENEFITS	:	2090.6	4145.9	6201.3	8256.6	10311.9	12173.1	14041.2	15909.3	17777.4	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5	19645.5
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Construction	:	193529.4	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Maintenance	:	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6
Renabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	24005.9
TOTAL COSTS	:	193529.4	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	24623.5
NET BENEFITS	:	-193529.4	1473.0	3528.3	5583.7	7639.0	9694.3	11555.5	13423.5	15291.7	17159.7	19027.8	19027.8	19027.8	19027.8	19027.8	19027.8	19027.8	19027.8	19027.8	19027.8	-4978.0
NPV @ 12%	:	-193529.4	1315.1	2812.7	3974.3	4854.7	5500.8	5854.4	6072.1	6176.0	6188.0	6126.5	5476.0	4884.0	4360.7	3893.5	3476.3	3103.9	2771.3	2474.4	2209.3	-516.1

P-11

avec route puis sans route sur un sol plat; si les conditions du terrain autour d'un site de route proposé sont particulièrement bonnes ou mauvaises, il y a lieu d'ajuster les bénéfices de la route escomptés d'une manière convenable.

Comme l'indique la VAN, cette option est en quelque sorte plus viable que l'Option 1. Le TRI montre également que cette combinaison de digues représente une option d'investissement un peu plus intéressante. Ceci est dû au fait que la route de la digue C est plus longue que la route sur la digue A, donc les bénéfices globaux résultant de l'économie sur les coûts du transport sont plus élevés pour l'Option 2 que pour l'Option 1. Compte tenu des facteurs de transport précités, cependant, il convient de considérer que la viabilité de l'Option 2 est approximativement égale à celle de l'Option 1.

F.3.3 Option 3: Digue B(R), C et D(R) sans parc

Parmi toutes les combinaisons de digues, de routes et de parc évaluées dans ce rapport, cette option représente la combinaison la moins intéressante. Le principal avantage de cette option est que les coûts de construction sont relativement faibles par rapport aux autres options. Mais c'est en éliminant la digue A que les économies sont réalisées. Sans la digue A, il sera impossible de parvenir à une inondation contrôlée de la Zone II, ce qui signifie que presque tous les avantages pour les cultures maraîchères et le transport des légumes seront perdus. Les bénéfices liés aux cultures maraîchères constitueront éventuellement la source de valeur la plus importante du projet estuarien, donc la perte de ces bénéfices sera susceptible de rendre le projet non viable quelle que soit la combinaison de digues et de routes.

En ce qui concerne l'élevage, les avantages de cette option sont aussi valables que pour toute autre combinaison de digues et de routes. En outre, il sera possible d'inonder la Zone IV à un niveau de 0,75 mètre IGN grâce à la présence de la digue B. Cela dégagera de nouvelles terres pour l'élevage et les cultures maraîchères tant que les restrictions proposées

TABLEAU F-4

OPTION 3
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES B(R)+C+D(R)
 SANS FARC
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Livestock	:	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
Milk	:	17.3	34.7	52.0	69.3	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6
Vegetables	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Transport	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
TOTAL BENEFITS	:	204.6	391.9	579.1	766.4	953.6	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7	946.7
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Construction	103352.9	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Maintenance	:	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	4817.6
TOTAL COSTS	103352.9	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	5600.0
NET BENEFITS	-103352.9	-577.8	-390.5	-203.2	-16.0	171.3	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	164.4	-4653.3
NPV @ 12%	-103352.9	-515.9	-311.3	-144.7	-10.1	97.2	83.3	74.3	66.4	59.3	52.9	47.3	42.2	37.7	33.6	30.0	26.8	23.9	21.4	19.1	-482.4

F-13

pour le parc ne s'appliquent pas à ces activités. Par ailleurs, la route sur la digue B fournit aux producteurs de la dune de Hagui un accès à la route de la digue rive droite et donc aux marchés de Nouakchott et de Rosso, vu qu'elle leur permet de transporter leurs produits à la digue rive droite en passant par Beret. La route sur la digue D fournit un accès facile à la côte à partir de Ziré et de Sbeikha.

La VAN totale de cette option n'est pas la plus faible de toutes les options de cette étude, bien que le faible TRI donne à penser que cette combinaison est la moins intéressante. L'explication de cet ensemble de facteurs analytiques réside dans le fait que l'Option 3 représente un projet moins important que beaucoup d'autres options; si elle était de la même envergure que les autres, la VAN totale serait plus faible que celle de toute autre option. L'Option 3 constitue une situation d'investissement extrêmement désavantageuse, comme l'indique le TRI négatif. Les capitaux investis dans ce projet seraient impossibles à récupérer, même si le coût d'opportunité du capital est nul.

F.3.4 Option 4: Digue A, B(R), C et D(R) sans parc

Cette option comporte la construction et l'entretien de toutes les digues, avec des routes situées sur les digues B et D. La route de la digue B permet le transport entre les digues de Hagui et de Beret et fournit aux producteurs de Hagui un accès à la digue rive droite. La route de la digue D fournit un accès à la côte à partir de Ziré et de Sbeikha. En l'absence d'un parc, la digue B augmente d'approximativement 25 pour cent les terres disponibles pour l'élevage et les cultures maraîchères à l'intérieur des Zones II et IV; cet avantage découle de la capacité d'immerger la Zone IV à un niveau d'eau de 0,50 à 0,75 mètre IGN. La digue A permet d'effectuer des inondations destinées à améliorer la production de légumes dans la Zone II et la digue C permet de contrôler les inondations dans les Zones IV et V, mais le bénéfice principal se rapporte à la Zone IV, où les possibilités au niveau de la production sont généralement inférieures à celles des Zones II et V.

TABLEAU F-5

OPTION 4
 ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES
 DIGUES A+B(R)+C+D(R)
 SANS PARC
 AVEC DIGUES RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Livestock	:	17.3	17.3	17.3	17.3	17.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
Milk	:	17.3	34.7	52.0	69.3	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6	86.6
Vegetables	:	2908.1	5845.2	8782.3	11719.3	14656.4	17593.5	20530.6	23467.6	26404.7	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Transport	:	92.4	161.7	231.0	300.3	369.6	438.9	508.2	577.5	645.8	715.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1
TOTAL BENEFITS	:	3205.1	6398.7	9592.4	12786.0	15979.6	18979.1	21985.5	24991.8	27998.2	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6	31004.6
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Construction	:	224823.5	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Maintenance	:	:	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	25941.2
TOTAL COSTS	:	224823.5	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	26805.9
NET BENEFITS	:	-224623.5	2346.4	5534.0	8727.7	11921.3	15114.9	18114.4	21120.8	24127.1	27133.5	30139.9	30139.9	30139.9	30139.9	30139.9	30139.9	30139.9	30139.9	30139.9	30139.9	4198.7
NPV @ 12%	:	-224823.5	2089.6	4411.7	6212.2	7576.2	8576.6	9177.3	9554.0	9744.5	9784.6	9704.2	8664.5	7736.2	6907.3	6167.2	5506.4	4916.5	4389.7	3919.4	3499.5	435.3

F-15

F.3.5 Option 5: Diques A, B(R), C et D(R) avec un parc restreint

L'idée d'un parc restreint prévoit un parc qui contiendra essentiellement toute la Zone IV, conformément aux limites proposées pour le parc national de Diaouling, mais qui ne débordera pas sur la Zone II, si l'on fixe la partie sud de la bordure ouest à la digue B. On propose cette restriction parce que les régions de cultures maraîchères de la Zone II présentent les meilleures possibilités d'apporter des bénéfices économiques au bas delta et, en conséquence, ne conviennent pas à un parc national.

Comme le révèle une comparaison avec l'Option 4, cette combinaison de digues et de routes constitue un investissement plus intéressant que la même combinaison sans parc. En revanche, l'Option 8 est moins acceptable que l'Option 4: la même combinaison de routes et de digues, plus un parc qui s'étend jusqu'aux limites proposées initialement. Ainsi, un parc restreint représente un meilleur choix économique que l'absence d'un parc, alors que l'absence d'un parc est préférable à un parc qui s'étend jusqu'aux limites proposées.

Comme l'indique le TRI, cet investissement serait viable sur le plan économique et financier si le coût d'opportunité du capital tombait en dessous de 8,64 pour cent. Une telle baisse est possible, mais peu probable. Néanmoins, le taux d'actualisation de 12 pour cent utilisé dans cette analyse représente une estimation; ainsi, toute option au niveau du projet qui présente un TRI supérieur à 10 ou 11 pour cent mérite un examen attentif dans la mesure où l'investissement sera éventuellement capable de fournir des bénéfices dépassant considérablement les coûts. Si l'on parvenait à quantifier certains des avantages d'ordre qualitatif, il est très probable que le TRI de ce projet dépasserait 10 pour cent et que le projet figurerait donc parmi les projets susceptibles de s'avérer économiquement viables.

Il existe plusieurs moyens de relever la VAN, égale à moins 57.200.000 UM, à zéro, ce qui signifierait que le projet approche de la viabilité. Le moyen le moins souhaitable consisterait à supposer une

TABLEAU F-6

OPTION 5
 ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES
 DIGUES A+B(R)+C+D(R)
 AVEC PARC RESTREINT
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
=====																						
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
Milk	:	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	
Vegetables	:	2908.1	5845.2	8782.3	11719.3	14656.4	17593.5	20530.6	23467.6	26404.7	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	29341.8	
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	
Transport	:	92.4	161.7	231.0	300.3	369.6	438.9	508.2	577.5	646.8	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	
Tourism	:	1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	
TOTAL BENEFITS	:	4519.4	9031.7	13544.0	18056.3	22568.7	25589.8	28576.2	31582.6	34589.0	37595.3	37595.3	37595.3	37595.3	37595.3	37595.3	37595.3	37595.3	37595.3	37595.3	37595.3	
=====																						
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Construction	:	224823.5	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Maintenance	:	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	25941.2	
TOTAL COSTS	:	224823.5	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	26805.9	
=====																						
NET BENEFITS	:	-224823.5	3654.7	8167.0	12679.3	17191.6	21703.9	24705.1	27711.5	30717.9	33724.2	36730.6	36730.6	36730.6	36730.6	36730.6	36730.6	36730.6	36730.6	36730.6	10789.4	
NPV @ 12%	:	-224823.5	3263.1	6510.7	9024.9	10925.6	12315.4	12516.4	12535.3	12406.4	12161.3	11826.3	10559.2	9427.8	8417.7	7515.8	6710.5	5991.6	5349.6	4776.5	4264.7	1118.5

F-17

réduction des coûts de remise en état. Ces frais ne sont encourus qu'à la vingtième année du projet; une réduction des coûts aurait donc peu d'incidences sur la VAN à cause du coefficient d'actualisation. Une autre méthode serait de réduire les coûts d'entretien au cours de la vie du projet; cette méthode est peu intéressante du fait que les coûts annuels sont relativement faibles et que l'impact de la réduction de ces coûts serait atténué par l'influence du coefficient d'actualisation. La façon la plus prometteuse d'arriver à une VAN positive consisterait à réduire les coûts de construction. Vu que toutes les dépenses pour les travaux de construction seront effectuées pendant la première année, le coefficient d'actualisation de 12 pour cent n'exercera aucun impact; chaque unité de réduction au niveau des dépenses engendrera une unité d'augmentation correspondante au niveau de la VAN. La VAN de moins 57.200.000 UM représente 25 pour cent des coûts de construction globaux, estimés à 224.800.000 UM; il sera peut-être possible de rendre l'Option 5 financièrement acceptable et économiquement viable en réduisant les coûts de construction avec modération. Si le TRI requis est de 10 pour cent, plutôt que de 12 pour cent, il sera nécessaire de réduire les coûts de construction dans une proportion nettement inférieure.

En dehors de la VAN et du TRI les plus favorables de toutes les options de projet, l'Option 5 offre un parc national et, en conséquence, les bénéfices du tourisme. Il existe également des avantages importants d'ordre qualitatif associés à l'établissement d'un parc national et, bien qu'il soit impossible de les quantifier d'une manière qui permettrait de les incorporer facilement dans une analyse coûts-bénéfices, il convient de les prendre en considération en comparant des options de projet relativement similaires sans et avec parc. Ces avantages comprennent la conservation des sols et de diverses espèces animales, l'établissement d'une zone esthétique de terres inexploitées qui constituera pour l'homme une sorte de répit loin des rigueurs de la civilisation, la création d'une zone qui favorisera l'alimentation et la reproduction de la population aviaire, ainsi qu'une gamme d'autres facteurs liés à l'enseignement et à l'écologie sur lesquels les gens comptent très souvent sans reconnaître que les régions de conservation constituent la source principale de ce genre de bénéfices.

Il y a lieu de considérer que l'Option 5 représente un bon investissement. Son TRI donne à penser que l'efficacité en matière de récupération du capital sera aussi bonne que le taux moyen des investissements dans d'autres secteurs. Dans la mesure où les coûts de construction peuvent être modérément réduits, sa VAN produira des bénéfices excédant les coûts. Enfin, l'Option 5 offre un parc national dont les limites permettent de continuer les cultures maraîchères en Zone II. Compte tenu des avantages non quantifiables du parc, il convient de considérer que l'Option 5 représente un investissement favorable.

F.3.6 Option 6: Diques A(R), C et D(R) avec un parc étendu

L'idée d'un parc étendu comporte un parc national s'étendant aux limites proposées dans le plan original. La VAN et le TRI de l'Option 6 sont moins favorables que ceux de l'Option 7, du fait que la route sur la digue A est moins longue que la route sur la digue C et présente donc moins d'économies au niveau du coût global du transport. Vu que les limites du parc proposées débordent sur la Zone II, où les cultures maraîchères seront donc sensiblement réduites, les bénéfices annuels globaux seront nettement inférieurs à ceux de l'Option 5, qui comporte un parc s'arrêtant à la digue B.

F.3.7 Option 7: Diques A, C(R) et D(R) avec un parc étendu

Cette combinaison est essentiellement la même que pour l'Option 6, sauf qu'elle prévoit une route sur la digue C plutôt que sur la digue A. Etant donné que la route sur la digue C sera relativement coûteuse à cause de sa longueur, l'investissement total au cours de la première année sera supérieur à celui de l'Option 6. Les avantages pour le transport seront nettement supérieurs à ceux qu'on pourrait envisager en construisant une route sur la digue A, au lieu de la digue C, et les coûts de construction ne seront pas élevés au point de contrebalancer entièrement les avantages pour le transport, d'après le niveau de circulation projeté.

TABLEAU F-7

OPTION 6
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES A(R)+C+D(R)
 AVEC PARC ETENDU
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
Milk	:	13.0	24.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Vegetables	:	1744.9	3507.1	5269.3	7031.6	8793.8	10556.1	12318.3	14080.6	15842.8	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Transport	:	70.8	123.5	176.4	229.3	282.2	335.2	388.1	441.0	493.9	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8
Tourism	:	1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0
TOTAL BENEFITS	:	3334.3	6655.4	9976.5	13297.6	16618.7	18428.7	20243.9	22059.0	23874.2	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	25689.4	
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Construction	:	193941.2	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Maintenance	:	:	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	24086.2
TOTAL COSTS	:	193941.2	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	24705.9
NET BENEFITS	:	-193941.2	2716.7	6037.8	9358.9	12680.0	16001.1	17811.1	19626.2	21441.4	23256.5	25071.7	25071.7	25071.7	25071.7	25071.7	25071.7	25071.7	25071.7	25071.7	25071.7	25071.7	983.5
NPV @ 12%	:	-193941.2	2425.6	4813.3	6661.5	8058.4	9079.4	9023.6	8877.9	8659.8	8386.5	8072.4	7207.5	6435.3	5745.8	5130.2	4580.5	4089.7	3651.5	3260.3	2911.0	102.0	

F-20

TABLEAU F-8

OPTION 7
 ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES
 DIGUES A+C(R)+D(R)
 AVEC FARC ETENDU
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
Milk	:	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Vegetables	:	1744.9	3507.1	5269.3	7031.6	8793.8	10556.1	12318.3	14080.6	15842.8	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Transport	:	141.1	247.0	352.8	458.6	564.5	670.3	776.2	882.0	987.8	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7
Tourism	:	1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0
TOTAL BENEFITS	:	3404.9	6778.9	10152.9	13527.0	16901.0	18763.9	20631.9	22500.0	24368.1	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2	26236.2
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Construction	:	193529.4	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Maintenance	:	:	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	24005.9
TOTAL COSTS	:	193529.4	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	617.6	24623.5
NET BENEFITS	:	-193529.4	2787.3	6161.3	9535.3	12909.3	16283.3	18146.2	20014.3	21882.4	23750.5	25618.6	25618.6	25618.6	25618.6	25618.6	25618.6	25618.6	25618.6	25618.6	25618.6	1612.7
NPV @ 12%	:	-193529.4	2488.6	4911.7	6787.0	8204.1	9239.6	9193.4	9053.4	8837.9	8564.7	8248.5	7364.7	6575.6	5871.1	5242.1	4680.4	4178.9	3731.2	3331.4	2974.5	167.2

F-21

Il convient encore une fois d'examiner le choix entre une route sur la digue C et une route sur la digue A en fonction du terrain relativement dur et plat autour de la digue C, par contraste avec le terrain difficile autour de la digue A. Les bénéfices par tonne et par kilomètre découlant de la construction d'une route sur la digue A sont, encore une fois, supérieurs à ceux qui proviendraient de la construction d'une route sur la digue C. Ainsi, l'Option 7 semble moins avantageuse par rapport à l'Option 6 que les résultats de cette analyse ne l'ont indiqué à l'origine.

Les avantages de la construction de la digue B sont encore une fois évidents. Sans la digue B, il sera impossible de fixer les limites du parc national proposé au bord est de la Zone II, vu qu'il n'existe aucune barrière naturelle susceptible d'empêcher les producteurs d'exploiter les terres du parc pour l'élevage et les cultures maraîchères. Les limites proposées reposent sur l'utilisation de la digue A et des marigots naturels pour la définition et le respect des limites. Les restrictions proposées sur les cultures maraîchères à l'intérieur de la Zone II représentent une perte de bénéfices très appréciable.

F.3.8 Option 8: Diques A, B(R), C et D(R) avec un parc étendu

Cette option comporte la même combinaison de routes et de digues que les Options 4 et 5. Parmi les trois, l'Option 5 représente le meilleur investissement, du fait que les limites du parc sont fixées de manière à ne pas gêner les cultures maraîchères de la Zone II. L'Option 4 profite également de la production de légumes en Zone II, mais perd les avantages liés au tourisme en ne proposant aucun parc. L'Option 8 constitue l'investissement le moins intéressant parmi les trois options; les bénéfices seront moindres, vu que les limites du parc déborderont sur la Zone II, alors que la construction et la remise en état de la digue B entraîneront des frais.

TABLEAU F-9

OPTION B
ANALYSE COUTS-BENEFICES
DIGUES A+B(R)+C+D(R)
AVEC PARC ETENDU
AVEC DIGUE RIVE DROITE
(1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
Milk	:	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Vegetables	:	1744.9	3507.1	5269.3	7031.6	8793.8	10556.1	12318.3	14080.6	15842.8	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1	17605.1
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Transport	:	55.4	97.0	138.6	180.2	221.8	263.3	304.9	346.5	388.1	429.7	429.7	429.7	429.7	429.7	429.7	429.7	429.7	429.7	429.7	429.7	429.7
Tourism	:	1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0
TOTAL BENEFITS	:	3319.2	6629.0	9938.7	13248.5	16558.3	18356.9	20160.7	21964.5	23768.4	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2	25572.2
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Construction	224823.5	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Maintenance	:	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	25941.2
TOTAL COSTS	224823.5	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	864.7	26805.9
NET BENEFITS	-224823.5	2454.5	5764.3	9074.0	12383.8	15693.5	17492.2	19296.0	21099.8	22903.6	24707.5	24707.5	24707.5	24707.5	24707.5	24707.5	24707.5	24707.5	24707.5	24707.5	24707.5	-1233.7
NPV @ 12%	-224823.5	2191.5	4595.2	6458.7	7870.1	8904.9	8862.1	8728.5	8521.9	8259.3	7955.1	7102.8	6341.8	5662.3	5055.6	4514.0	4030.3	3598.5	3213.0	2868.7		-127.9

F-23

F.3.9 Option 9: Diques B(R), C et D(R) avec un parc restreint

L'Option 9 offre le même avantage principal que l'Option 3: des coûts d'investissement initiaux relativement faibles. Cette option constitue un meilleur investissement que l'Option 3, du fait qu'il offre les avantages liés au tourisme, grâce à la présence du parc national.

Le TRI extrêmement faible signale qu'il y a lieu de considérer que cette option d'investissement est sensiblement moins attrayante que toutes les autres, en dehors de l'Option 3. Mais la valeur négative comparativement faible de la VAN donne à penser que cette option ne le cède en rien aux autres options, à l'exception de l'Option 5. Dans la mesure où la VAN constitue le critère primordial de la prise de décision, il semble au premier abord qu'il n'existe que deux options d'investissement plus intéressantes que l'Option 9.

Il ne conviendra de choisir l'Option 9 comme le meilleur investissement, sur la base de sa VAN, qu'en cas de contraintes importantes au niveau de la stratégie générale et du budget. Un manque de fonds d'investissement, par exemple, pourrait éliminer toutes les options à l'exception des Options 9 et 3, dans la mesure où la construction de la digue A serait impossible. Pareillement, si la stratégie générale exige la création d'un parc, alors que, au niveau des bénéfices, le budget ne permet pas une perte nette supérieure à 65.000.000 UM au cours des vingt premières années, l'Option 9 sera le meilleur choix en dehors de l'Option 5. Cependant, il n'est généralement pas conseillé de considérer la VAN comme le facteur déterminant lorsqu'il s'agit de comparer des projets d'envergure très différente. La valeur négative relativement faible de la VAN de l'Option 9 est fonction de son coût d'investissement initial qui est, lui aussi, relativement faible; si l'on multipliait le flux des coûts et des bénéfices par un facteur constant, de manière à donner à cette option les mêmes dimensions que les autres, la VAN fléchirait à tel point que l'Option 9 représenterait l'investissement le moins intéressant à l'exception de l'Option 3. Comme l'indique le TRI, cette avant-dernière position est le rang que mérite cette option, sauf en cas de contraintes sévères au niveau de la stratégie générale et du budget.

TABLEAU F-10

OPTION 9
 ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES
 DIGUES B(R)+C+D(R)
 AVEC PARC RESTREINT
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
Milk	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Vegetables	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Transport	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Tourism	:	1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0
TOTAL BENEFITS	:	1518.9	3011.9	4504.8	5997.7	7490.7	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5	7537.5
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Construction	103352.9	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Maintenance	:	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
TOTAL COSTS	103352.9	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	782.4	5600.0
NET BENEFITS	-103352.9	736.6	2229.5	3722.4	5215.4	6708.3	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	6755.1	1937.5
NPV @ 12%	-103352.9	657.7	1777.4	2649.6	3314.5	3806.5	3422.3	3055.7	2728.3	2436.0	2175.0	1941.9	1733.9	1548.1	1382.2	1234.1	1101.9	983.8	878.4	784.3	700.9	0.0

F-25

F.4 Analyse économique de la digue du delta et de la digue rive droite

Cette analyse "élargie" vise à évaluer les bénéfices et les coûts associés à la construction de la digue rive droite le long de la rive ouest du fleuve Sénégal en Mauritanie, en prenant en compte les diverses options de route qui peuvent s'appliquer à la digue et en prenant en considération les rapports qui existent entre la section de la digue rive droite dans le bas delta et les digues A, B, C et D et les routes correspondantes. Cette analyse complète et élargit celle qui figure dans l'étude du GERSAR (1985) sur la digue rive droite et les travaux présentés dans la Section F.3 de ce rapport.

Il existe principalement trois différentes méthodes pour examiner la viabilité économique et financière de la digue rive droite et la combinaison des digues et des routes correspondantes. Une option consiste à quantifier les bénéfices et les coûts des digues B et C (les digues qui remplaceront le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta) et à réduire les coûts des digues B et C d'un montant équivalent à celui qui aurait été dépensé sur la section de la digue rive droite correspondante. Cette méthode se justifie dans la mesure où les digues B et C éliminent le besoin de construire le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta, ce qui se traduit par un bénéfice correspondant pour la construction des digues B et C. Toutefois, la méthode consistant à réduire le coût d'un projet du montant des frais qui auraient été nécessaires pour réaliser un projet de remplacement n'est pas la procédure analytique à choisir de préférence. Avec une telle méthode, presque tout projet pour lequel il existe un projet de remplacement se justifierait sur le plan économique. Par conséquent, d'innombrables projets seraient entrepris, chacun se justifiant par l'avantage de ne pas avoir à construire des ouvrages de remplacement et on constaterait rapidement que bien des projets auraient été financés même si aucun d'eux -- ni les projets sélectionnés ni les options envisageables -- n'étaient individuellement viables sur le plan économique.

La seconde méthode consiste à envisager la digue rive droite comme un projet qui a d'ores et déjà été approuvé pour la réalisation et l'analyse

des coûts et des bénéfices de la construction des digues B et C si la digue rive droite avait déjà été édiflée. C'est une bonne méthode analytique, qui est appliquée à la Section F.3 de ce présent rapport.

Même si la seconde méthode utilise une bonne méthodologie, sa validité dépend de la validité d'une hypothèse décisive: La digue rive droite sera construite conformément aux plans de construction existants. Cette hypothèse risque de ne pas s'avérer exacte lorsqu'on analysera les bénéfices possibles de la construction d'un tronçon pour remplacer les digues B et C. En conséquence, la troisième méthode vise à examiner le total des bénéfices et des coûts relatifs à la construction de la digue rive droite comme prévu à l'origine et à comparer les flux des bénéfices nets avec ceux qui pourraient être obtenus si le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta était remplacé par la combinaison des digues B et C. Le total des coûts et des bénéfices est évalué -- tant ceux du bas delta que ceux relatifs à la région en amont -- et la gamme complète des options de digues disponibles dans le bas delta est incluse dans cette analyse afin d'identifier la meilleure combinaison de digues pour l'ensemble de la région. Cette méthode est la plus complète dont on dispose et ses résultats sont présentés dans le reste de cette annexe.

Etant donné que cette analyse comporte l'étude des bénéfices et des coûts de la digue rive droite, elle tient compte de certaines informations contenues dans le rapport du GERSAR. Pour le calcul des coûts de construction, on a utilisé les estimations de l'Annexe E concernant le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta et le coût de construction du tronçon de la digue rive droite en dehors du bas delta a été évalué en multipliant l'estimation du GERSAR par un facteur de 2,4. Ce facteur a été obtenu après avoir examiné l'estimation des coûts du GERSAR pour le tronçon du bas delta et avoir divisé l'estimation de l'Annexe E pour le même tronçon par l'estimation du GERSAR. Les calculs du GERSAR semblent précis mais incomplets dans la mesure où certaines catégories de coûts ont été omises. L'estimation de l'Annexe E, tout en étant supérieure à celle du GERSAR d'un facteur de 2,4, donc beaucoup plus élevée, est considérée comme plus représentative du total des coûts du projet.

En ce qui concerne l'estimation des avantages qui sont associés au projet de la digue rive droite, les évaluations du GERSAR relatives aux cultures maraichères en amont sont considérées comme relativement précises et sont incorporées dans cette analyse. Les avantages pour le bétail sont toutefois relevés, du fait que le rapport du GERSAR se réfère à la matière sèche pour calculer les avantages pour les unités bétail tropical. Un des avantages des crues porte sur le fait que la matière sèche servant de pâture devient du fourrage vert et la valeur nutritionnelle du fourrage vert est presque deux fois celle de la matière sèche. En outre, les avantages pour la production laitière n'ont pas été inclus dans le rapport du GERSAR; ils ont été incorporés dans cette étude étant donné qu'ils sont au moins aussi importants que les avantages pour le bétail. Le rapport du GERSAR n'examine pas non plus les avantages pour le tourisme, le transport et la pêche. En dépit du facteur de multiplication des coûts de 2,4, on obtient un TRI supérieur aux 12,4 pour cent prévus par le rapport du GERSAR si l'on incorpore dans ce dernier les avantages mentionnés ci-dessus.

Le Tableau F-11 récapitule les calculs du TRI et de la VAN ainsi que le flux des bénéfices annuels nets pour les options 10 à 18. Les ventilations des bénéfices et des coûts annuels propres à chaque option sont présentées aux Tableaux F-12 à F-20 respectivement.

F.5.1 Option 10: Dignes A, B(R), C(R) et D(R) surmontées d'une route et sans parc

L'Option 10 comprend les digues essentielles B et C en remplacement du tronçon de la digue rive droite dans le bas delta, plus la digue D surmontée d'une route pour permettre l'accès à la côte. L'absence d'un parc exclut les avantages touristiques, mais quelques avantages pour la pêche pourront être obtenus dans la Zone IV. Les coûts de construction, d'entretien et de remise en état sont relativement élevés étant donné que les routes sont construites sur les digues. Les avantages pour les cultures maraichères sont appréciables du fait que les digues A, B et C permettent de cultiver la Zone II et la Zone V offre des avantages pour la production laitière en raison du contrôle de la crue assuré par la digue C.

TABLEAU F-11

VALEUR ACTUELLE NETTE ET
TAUX DE RENTABILITE INTERNE
RESUME
AVEC TAUX D'ACTUALISATION DE 12 POUR CENT

Annual Net Benefits (1981 UM X 1000)

Year	Option 10	Option 11	Option 12	Option 13	Option 14	Option 15	Option 16	Option 17	Option 18
0	-951176.5	-881176.5	-811176.5	-741176.5	-1073058.8	-951588.2	-1042176.5	-1073058.8	-1041764.7
1	4955.7	4955.8	1892.1	1892.1	3173.6	1418.7	3372.9	4310.8	3469.4
2	21153.0	21152.9	14919.1	14919.1	18341.2	14754.8	18511.1	20640.3	18673.6
3	50226.0	50225.9	40821.9	40821.9	46364.6	40966.6	46525.1	49845.4	46753.5
4	90998.3	90998.3	78424.1	78424.1	86127.2	78877.7	86238.3	90749.9	86532.6
5	122293.5	122293.5	106549.1	106549.1	116392.8	107311.8	116474.5	122246.7	116834.8
6	147419.3	147419.2	128504.7	128504.7	140180.0	129267.4	140250.6	147213.9	140658.5
7	176733.2	176733.1	154648.5	154648.5	168155.3	155411.2	168209.5	176364.0	168670.4
8	210622.4	210622.3	185367.4	185367.4	200705.8	186130.1	200743.6	210089.4	201257.4
9	248955.9	248955.9	220530.8	220530.8	237700.7	221293.5	237722.1	248259.1	238288.8
10	289250.3	289250.3	257655.0	257655.0	276656.5	258417.7	276661.5	288320.4	277281.2
11	319054.2	319054.2	287458.9	287458.9	306460.4	288221.6	306465.4	318124.3	307085.1
12	348792.8	348792.7	317197.5	317197.5	336199.0	317960.2	336204.0	347862.9	336823.7
13	378531.3	378531.3	346936.1	346936.1	365937.6	347698.8	365942.6	377601.4	366562.3
14	408335.3	408335.2	376740.0	376740.0	395741.5	397502.7	395746.5	407405.4	396366.2
15	435132.6	435132.6	403537.4	403537.4	422538.9	404300.1	422543.9	434202.8	423163.6
16	448400.6	448400.6	416805.4	416805.4	441362.4	417568.1	441367.4	447470.7	441987.1
17	453956.2	453956.1	422360.9	422360.9	441362.4	423123.6	441367.4	453026.3	441987.1
18	453956.2	453956.1	422360.9	422360.9	441362.4	423123.6	441367.4	453026.3	441987.1
19	453956.2	453956.1	422360.9	422360.9	441362.4	423123.6	441367.4	453026.3	441987.1
20	296929.7	316035.6	299963.9	319069.7	270336.0	273220.7	272193.9	281999.9	272895.9
NPV	368519.4	440499.7	373110.9	445091.6	190503.7	237158.2	222202.4	241017.2	225546.4
IRR	0.154468	0.163113	0.159363	0.169509	0.136710	0.142675	0.139848	0.140953	0.140142

TABLEAU F-12

OPTION 10
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DISUES A+B(R)+C(R)+D(R)
 SANS PARC ET
 AVEC ROUTES SUR LES DIGUES
 SANS DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
BENEFITS:																					
Livestock																					
Milk		13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.6	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
Vegetables		3023.1	10590.3	46253.3	85575.5	115440.7	140338.6	169419.4	203075.5	241175.9	281237.2	311041.1	340779.7	370518.2	400322.2	427119.6	440367.5	445743.1	445743.1	445743.1	445743.1
Fishing		1183.9	2367.9	3551.8	4735.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7
Transport		510.8	543.9	777.0	1010.1	1243.2	1476.3	1709.4	1942.5	2175.6	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7
TOTAL BENEFITS		5343.8	21541.1	50614.1	91386.3	122681.6	147607.3	177121.3	211010.4	249344.0	289638.4	319442.3	349180.9	378919.4	408723.3	435520.7	448788.7	454344.3	454344.3	454344.3	454344.3
COSTS:																					
Construction	951176.5																				
Maintenance		388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1
Rehabilitation																					
TOTAL COSTS	951176.5	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1
NET BENEFITS	-951176.5	4955.7	21153.0	50226.0	90998.3	122293.5	147419.3	176733.2	210622.4	248955.9	289250.3	319054.2	348792.8	378531.3	408335.3	435132.6	448400.6	453956.2	453956.2	453956.2	453956.2
NPV @ 12%	-951176.5	4424.8	16863.0	35749.9	57631.0	69392.6	74687.2	79945.1	85066.8	89776.0	93130.8	91720.4	89526.4	86749.5	83553.6	79497.0	73144.0	66116.0	59032.5	52707.5	36781.8

F-30

Cette option est semblable à l'Option 11, à part le fait que les routes sont construites sur les digues au lieu d'être construites sur les bermes. Le TRI considérablement supérieur de l'option 11 souligne l'importance qu'il faut accorder à maintenir les coûts de construction et les autres coûts de la première année aussi faibles que possible.

F.5.2 Option 11: Digues A, B(R), C(R) et D(R) avec route sur berme et sans parc

Cette option est la même que l'option 10, à part le fait que les routes sont construites sur les bermes au lieu de l'être sur les digues. Les coûts de construction, plus faibles, entraînent un taux de rentabilité interne plus élevé que celui de l'option 10.

F.5.3 Option 12: Digues B(R), C(R) et D(R) surmontées d'une route et sans parc

L'option 12 propose de remplacer le tronçon de la digue rive droite dans le bas delta par les digues B et C et de construire la digue D avec une route afin de permettre l'accès à la côte. Il n'existe pas de digue A de sorte que la production maraîchère de la Zone II ne sera pas accrue par ce projet; l'absence d'une digue A pourvue d'une route oblige les habitants de la région de la dune de Beret à circuler le long des digues B et D et à traverser en partie la dune de Hagui pour atteindre la côte.

Etant donné qu'il n'existe pas de parc, cette option ne présente pas d'avantages touristiques, mais la région d'inondation de la Zone IV offre des bénéfices considérables pour la pêche. La digue C procure des avantages complets pour le bétail et la production laitière, moyennant le contrôle des crues conjointement avec la digue C qui permet d'accroître les pâturages et d'améliorer leur qualité.

TABLEAU F-13

OPTION 11
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES A+B(R)+C(R)+D(R)
 SAN PARK ET
 AVEC ROUTES SUR LES BERMES
 SANS DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
BENEFITS:																							
Livestock		13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
Milk		26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Vegetables		3623.1	18590.3	46233.2	85575.5	115440.7	140338.6	169419.4	203075.5	241175.9	281237.2	311041.1	340779.7	370518.2	400322.2	427119.6	440387.5	445943.1	445943.1	445943.1	445943.1	445943.1	445943.1
Fishing		1185.9	2367.9	3551.8	4735.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7
Transport		310.8	543.9	777.0	1010.1	1243.2	1476.3	1709.3	1942.5	2175.6	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7	2408.7
TOTAL BENEFITS		5383.9	71541.0	50614.0	91386.4	122681.6	147807.3	177121.2	211010.4	249344.0	289638.4	319442.3	349180.8	378919.4	408723.3	435520.7	448768.7	454344.2	454344.2	454344.2	454344.2	454344.2	454344.2
COSTS:																							
Construction		881176.5																					
Maintenance			388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1
Rehabilitation																							
TOTAL COSTS		881176.5	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1	388.1
NET BENEFITS		-881176.5	4955.8	21152.9	50225.9	90998.3	122293.5	147419.2	178733.1	210622.3	248955.9	289250.3	319054.2	348792.7	378531.3	408335.2	435132.6	448400.6	453956.1	453956.1	453956.1	453956.1	453956.1
NPV @ 12%		-881176.5	16863.0	35749.8	57831.0	69392.6	74687.2	79945.0	85066.8	89776.0	93130.8	91720.4	89526.4	86749.5	83553.6	79497.0	73144.0	66116.0	59032.5	52707.5	46372.5	40027.5	33782.5

TABLEAU F-14

OPTION 12
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES B(R)+C(R)+D(R)
 SANS FARC ET
 AVEC ROUTES SUR LES DIGUES
 SANS DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
Milk	:	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	
Vegetables	:	915.0	12745.1	37451.0	73856.2	100784.3	122745.1	148688.9	179607.8	214771.2	251895.4	281699.3	311437.9	341176.5	370980.4	397777.8	411045.8	416601.3	416601.3	416601.3	416601.3	
Fishing	:	1183.9	2367.9	3551.8	4735.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	
TOTAL BENEFITS	:	2124.9	15152.0	41054.8	78656.9	106782.0	128737.6	154881.3	185600.3	220763.7	257887.9	287691.8	317430.4	347168.9	376972.8	403770.2	417038.2	422593.6	422593.6	422593.6	422593.6	
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Construction	:	811176.5	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Maintenance	:	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	122397.1	
TOTAL COSTS	:	811176.5	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	122629.9	
NET BENEFITS	:	-811176.5	1892.1	14919.1	40821.9	78424.1	106549.1	128504.7	154648.5	185367.4	220530.8	257655.0	287458.9	317197.5	346936.1	376740.0	403537.4	416805.4	422360.9	422360.9	422360.9	
NPV @ 12%	:	-811176.5	1689.4	11893.4	29056.2	49839.9	60458.8	65104.5	69955.1	74866.8	79525.6	82958.0	82637.5	81416.7	79508.7	77088.5	73724.7	67990.1	61514.3	54923.8	49039.1	31096.4

F-33

Etant donné que cette option n'entraîne pas de hausse de la production dans la Zone II, elle ne procure pas d'avantages pour le transport. Le bétail élevé dans la Zone V sera transporté principalement par la route côtière et la production laitière sera probablement consommée sur place de sorte que les bénéfices réels tirés de la construction des routes sur les digues seront négligeables.

F.5.4 Option 13: Dignes B(R), C(R) et D(R) avec route sur berme et sans de parc

C'est l'option qui présente la VAN et le TRI les plus élevés. La combinaison des routes et digues est la même que pour l'option 12, à la différence que les routes sont construites sur les bermes au lieu d'être construites sur les digues. Les économies de coût associées à ce type de construction se dégagent des chiffres favorables de la VAN et du TRI.

F.5.5 Option 14: Dignes A, B(R) et D(R) surmontées d'une route et avec un parc étendu

Cette option présente la VAN et le TRI les plus faibles des options 10 à 18. Une raison essentielle au faible flux des bénéfices annuels réside dans le fait que les coûts de construction des digues A, B et D ne sont pas compensés par les avantages de la Zone II pour les cultures maraîchères par suite de la présence du parc national.

L'option 14 propose une digue surmontée d'une route et la production de l'ensemble de la Zone II est facilitée par la combinaison des digues A, B et D. Cependant, le parc étendu déborde sur la Zone II, atténuant ainsi considérablement les avantages éventuels pour la production.

TABLEAU F-15

OPTIGN 13
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES B(R)+C(R)+D(R)
 SANS FARC ET
 AVEC ROUTES SUR LES BERMES
 SANS DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8
Milk	:	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Vegetables	:	915.0	12745.1	37451.0	73856.2	100794.3	122745.1	148886.9	179607.8	214771.2	251895.4	281699.3	311437.9	341176.5	370980.4	397777.8	411045.8	416601.3	416601.3	416601.3	416601.3	416601.3
Fishing	:	1163.9	2367.9	3551.8	4735.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7	5919.7
TOTAL BENEFITS	:	2125.0	15152.0	41054.8	78656.9	106782.0	128737.6	154881.3	185600.3	220763.7	257887.9	287691.8	317430.4	347168.9	376972.8	403770.2	417038.2	422593.8	422593.8	422593.8	422593.8	422593.8
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Construction	:	741176.5	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Maintenance	:	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	103291.2
TOTAL COSTS	:	741176.5	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	232.9	103524.0
NET BENEFITS	:	-741176.5	1892.1	14919.1	40821.9	78424.1	106549.1	128504.7	154648.5	185367.4	220530.8	257655.0	287458.9	317197.5	346936.1	376740.0	403537.4	416805.4	422360.9	422360.9	422360.9	319069.7
NPV @ 12%	:	-741176.5	1689.4	11893.4	29056.2	49839.9	60458.8	65104.5	69955.1	74866.8	79525.6	82958.0	82637.5	81416.7	79508.7	77088.5	73724.7	67990.1	61514.3	54923.8	49039.1	33077.0

F-35

TABLEAU F-16

OPTION 14
 ANALYSE COÛTS-BÉNÉFICES
 DIGUES A+B(R)+C+D(R)
 AVEC PARC ETENDU
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:																						
Livestock		13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
Milk		13.0	28.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Vegetables		2659.9	16252.2	42720.4	80887.8	109578.1	133301.2	161207.2	193668.4	230614.0	269500.5	299304.4	329043.0	358781.6	388585.5	415382.9	434206.4	434206.4	434206.4	434206.4	434206.4	434206.4
Transport		92.4	161.7	231.0	300.3	369.6	438.9	508.2	577.5	646.8	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1
Fishing		169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Tourism		1123.0	2048.0	3289.0	4292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0
TOTAL BENEFITS		4271.2	19438.8	47482.2	87224.8	117490.4	141277.6	169252.9	201803.4	238798.3	277754.1	307558.0	337296.6	367035.2	396839.1	423636.5	442460.0	442460.0	442460.0	442460.0	442460.0	442460.0
COSTS:																						
Construction	1073058.8																					
Maintenance		1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6
Rehabilitation																						171026.5
TOTAL COSTS	1073058.8	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	172124.0
NET BENEFITS	-1073058.8	3173.6	18341.2	46384.6	86127.2	116392.8	140180.0	168155.3	200705.8	237700.7	276656.5	306460.4	336199.0	365937.6	395741.5	422538.9	441362.4	441362.4	441362.4	441362.4	441362.4	270336.0
NPV @ 12%	-1073058.8	2633.6	14621.5	33015.7	54735.4	66044.4	71019.6	76064.9	81061.7	85717.3	89705.9	93100.0	96293.9	98363.4	100976.6	102715.2	103995.9	104281.8	103994.8	103245.3	28024.9	

F-36

Les avantages touristiques sont complets en raison du parc étendu, mais obligent à sacrifier les avantages pour la pêche. Les routes aménagées sur les digues B et D constituent l'équipement routier minimal acceptable. Les avantages pour le transport sont relativement faibles en raison de la superficie routière totale minime et du faible niveau de la production de denrées dans la Zone II à transporter.

F.5.6 Option 15: Digues A, B(R), C et D(R) surmontées d'une route et avec un parc restreint

Cette option propose la construction des digues requises B, C et D et l'aménagement d'une route sur les digues B et D, la digue B servant de limite au parc. Il n'existe toutefois pas de digue A et la Zone II ne tire donc aucun avantage pour la production. Pareillement, ce projet n'apporte pas d'avantages au transport étant donné que toute la production maraîchère est obtenue en amont et que le transport des denrées est assuré par d'autres routes que celles construites sur les digues A à D.

L'option du parc restreint offre des avantages touristiques, mais aux dépens des possibilités d'avantages pour la pêche dans la Zone IV. La principale raison de limiter le parc à la digue B, qui est d'empêcher une coupure de la production dans la Zone II, n'est pas valide du fait de l'absence de la digue A. La réduction des coûts liée à la décision de ne pas construire la digue A se traduit pas un taux de rentabilité interne relativement favorable, mais la valeur actuelle nette relativement faible reflète les coûts imputables à la perte de production de la Zone II. Si les contraintes budgétaires ne constituent pas un facteur décisif dans le processus d'analyse des investissements, il conviendra de construire la digue A afin de réaliser le maximum de bénéfices nets.

F.5.7 Option 16: Digues A(R), C et D(R) surmontées d'une route et avec un parc étendu

L'Option 16 présente, après l'Option 14, le TRI et la VAN les plus faibles de toutes les possibilités de projet. Des avantages peuvent être

TABLEAU F-17

OPTION 15
ANALYSE COUTS-BENEFICES
DIGUES B(R)+C+D(R)
AVEC PARC RESTREINT
AVEC DIGUE RIVE DROITE
(1981 UM / 1000)

F-38

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
Milk	:	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	
Vegetables	:	915.0	12745.1	37451.0	73856.2	100784.3	122745.1	148888.9	177607.9	214771.2	251895.4	281679.3	311437.9	341176.5	370980.4	397777.8	411045.8	418801.3	418801.3	418801.3	418801.3	
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	
Tourism	:	1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	
TOTAL BENEFITS	:	2433.9	15770.0	41961.8	79892.9	106527.0	136282.6	156426.4	187145.3	222203.7	259432.5	289236.8	318975.4	348714.0	378517.8	405255.3	419503.3	424123.8	424123.8	424123.8	424123.8	
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Construction	:	951588.2	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Maintenance	:	:	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	114990.2	
TOTAL COSTS	:	951588.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	1015.2	115091.8	
NET BENEFITS	:	-951588.2	1416.7	14754.8	40766.6	78877.7	107311.8	129267.4	155411.2	186130.1	221293.5	258417.7	288221.6	317960.2	347698.8	377502.7	404200.1	417568.1	423123.6	423123.6	423123.6	
NPV @ 12%	:	-951588.2	1266.7	11762.4	29159.2	50128.2	60851.8	65490.9	70360.1	75174.8	79800.6	83203.5	82856.8	81612.4	79683.5	81337.0	73864.0	68114.5	61825.4	55023.0	49127.6	28024.1

TABLEAU F-18

OPTION 16
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES A(R)+C+D(R)
 AVEC PARC ETENDU
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

F-39

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:																						
Livestock		13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.5	7.8	7.8	7.8	
Milk		13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	
Vegetables		2659.9	16252.2	42720.4	80887.8	109578.1	133301.2	161207.2	193688.4	230614.0	269500.5	299304.4	329043.0	358781.6	388585.5	415382.9	434206.4	434206.4	434206.4	434206.4	434206.4	
Transport		70.6	123.5	176.4	229.3	282.2	335.2	388.1	441.0	493.9	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	546.8	
Fishing		169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	
Tourism		1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	
TOTAL BENEFITS		4223.4	19361.6	47375.6	87082.2	117325.0	141101.1	169060.0	201594.1	238572.6	277512.0	307315.9	337054.5	366793.1	396597.0	423394.4	442217.9	442217.9	442217.9	442217.9	442217.9	
COSTS:																						
Construction	1042176.5																					
Maintenance		850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	
Rehabilitation																						169170.5
TOTAL COSTS	1042176.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	1042176.5	
NET BENEFITS	-1042176.5	3372.9	18511.1	46525.1	86238.3	116474.5	140250.6	168209.5	200743.6	237722.1	276661.5	306465.4	336204.0	365942.6	395746.5	422543.9	441367.4	441367.4	441367.4	441367.4	272193.9	
NPV @ 12%	-1042176.5	3011.5	14756.9	33115.6	54806.0	80090.8	11055.3	16039.4	21076.9	26125.0	31177.5	36210.4	41245.2	46284.5	51327.6	56377.1	61427.9	66482.5	71539.4	76595.8	81657.5	

obtenus pour le bétail et la production laitière du fait de la présence des digues C et D, mais la crue ne peut pas être maîtrisée dans la Zone II en raison de l'absence de la digue B; en conséquence, les avantages pour la production maraîchère sont relativement faibles en comparaison de ceux qui sont obtenus dans la région irriguée en amont. Pareillement, le niveau des avantages pour le transport est plutôt faible dans le bas delta. Cette option envisage un parc étendu, procurant ainsi des avantages touristiques mais excluant la pêche dans la Zone IV. Le flux de bénéfices relativement faible correspond au niveau relativement élevé des coûts en raison de la cherté de la digue A surmontée d'une route. Sans la digue B et un parc restreint, il n'est pas possible de compenser les dépenses de construction, d'entretien et de remise en état de la digue A.

F.5.8 Option 17: Digués A, B(R), C et D(R) surmontées d'une route et avec un parc restreint

Cette option présente la meilleure combinaison de digues et de routes comme l'a montré l'analyse de la Section F.3, outre les coûts et les bénéfices correspondant à la construction de la digue rive droite le long de l'axe proposé à l'origine. Cette option permet de tirer le maximum d'avantages pour le bétail et la production laitière dans la Zone V du fait de la combinaison des digues C et D et la combinaison des digues A, B et D procure de nombreux avantages à la Zone II tout en empêchant toute intrusion par le parc.

Cette option enregistre la VAN la plus élevée de toutes les options avec parc et devrait être sélectionnée comme étant le meilleur investissement tout en respectant deux conditions: en tant qu'affaire de politique officielle, il importe de créer un parc restreint et de disposer de fonds d'investissement suffisants afin que cette option puisse être choisie de préférence à l'option 15, dont la VAN est plus faible mais le TRI légèrement supérieur.

TABLEAU F-19

OPTION 17
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES A+B(R)+C+D(R)
 AVEC PARC RESTREINT
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	
Milk	:	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Vegetables	:	3823.1	18590.3	46233.2	85575.5	115440.7	140338.8	169419.4	203075.5	241175.9	281237.2	311041.1	340779.7	370518.2	400322.2	427119.6	440387.5	445943.1	445943.1	445943.1	445943.1	445943.1	445943.1
Transport	:	92.4	161.7	231.0	300.3	369.6	438.9	508.2	577.5	646.8	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1	716.1
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7
Tourism	:	1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0
TOTAL BENEFITS	:	5408.4	21737.9	50943.0	91847.5	123344.3	148311.5	177461.6	211187.0	249356.7	289418.0	319221.9	348960.5	378699.0	408503.0	435300.4	446568.3	454123.9	454123.9	454123.9	454123.9	454123.9	454123.9
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Construction	1073058.8	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Maintenance	:	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	171026.5
TOTAL COSTS	1073058.8	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	1097.6	172124.0
NET BENEFITS	-1073058.8	4310.8	20640.3	49845.4	90749.9	122246.7	147213.9	176364.0	210089.4	248259.1	288320.4	318124.3	347862.9	377601.4	407405.4	434202.8	447470.7	453026.3	453026.3	453026.3	453026.3	453026.3	261999.9
NPV @ 12%	-1073058.8	3849.0	16454.4	35479.0	57673.2	69366.1	74583.1	79778.1	84851.6	89524.7	92831.4	91453.1	89287.7	86536.4	83363.3	79327.1	72992.3	65980.6	58911.5	52599.5	29234.1		

F-41

F.5.9 Option 18: Diques A, C et D(R) surmontées d'une route et avec un parc étendu

L'Option 18 est la même que l'Option 16, à la différence qu'elle prévoit la construction d'une route sur la digue C au lieu de la digue A. Du fait que la route sur la digue C est plus longue que celle de la digue A, le total des bénéfices tirés de l'économie sur les coûts de transport excède ceux qui peuvent être réalisés avec l'Option 16.

TABLEAU F-20

OPTION 19
 ANALYSE COUTS-BENEFICES
 DIGUES A-CIR-D(K)
 AVEC PARC ETENDU
 AVEC DIGUE RIVE DROITE
 (1981 UM X 1000)

F-43

ITEM / YEAR	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
BENEFITS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Livestock	:	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.8	7.6	7.6	7.8	7.8	7.8	7.8	
Milk	:	13.0	26.0	39.0	52.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	
Vegetables	:	2659.9	16252.2	42726.4	80887.8	109596.1	133301.2	161207.2	193598.4	230614.0	269500.5	299304.4	329043.0	358781.6	388585.5	415382.9	434206.4	434206.4	434206.4	434206.4	434206.4	
Transport	:	141.1	247.0	352.9	458.8	564.8	670.8	776.2	882.0	987.9	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	1093.7	
Fishing	:	169.9	339.9	509.8	679.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	849.7	
Tourism	:	1323.0	2646.0	3969.0	5292.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	6615.0	
TOTAL BENEFITS	:	4319.9	19524.1	47604.0	87383.1	117685.3	141509.0	169520.9	202107.9	239139.3	278131.7	307935.6	337674.2	367412.8	397216.7	424014.1	442837.6	442837.6	442837.6	442837.6	442837.6	
COSTS:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Construction	:	1041764.7	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
Maintenance	:	:	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	
Rehabilitation	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	169091.2	
TOTAL COSTS	:	1041764.7	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	850.5	169091.2	
NET BENEFITS	:	-1041764.7	3469.4	18673.6	46753.5	86532.5	116834.8	140658.5	168676.4	201257.4	238288.8	277281.2	307085.1	336823.7	366562.3	396366.2	423163.6	441967.1	441967.1	441967.1	272895.9	
NPV @ 12%	:	-1041764.7	3097.7	14866.5	33278.2	54993.0	66295.2	71262.0	76297.9	81284.4	85929.3	89277.1	928279.5	86454.2	84006.5	81104.5	77310.3	72097.8	64372.8	57476.0	51317.8	28250.3

