

4837
11/2/67

162.H/30

Minute Provisoire

~~14167~~
14167

leud 25 Août NUM



ETUDE D'EVALUATION
DU BARRAGE DE DIKA

500

RESUME - CONCLUSION

Le Fleuve Sénégal est l'atout essentiel pour la subsistance de toute une population vivant dans une région semi-désertique sous un climat irrégulier et incertain. La sécheresse qui a frappé toute la zone sahélienne ^{depuis} la 1972/73, à rappelé de façon dramatique la nécessité de maîtriser, ne serait-ce que partiellement les ressources en eau du Fleuve.

C'est pourquoi son aménagement est devenu une préoccupation primordiale par les Gouvernements du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal qui ont assigné à l'O.I.V.C. la mission de promouvoir dans la Vallée le développement intégré de l'agriculture, de l'élevage, des mines, de l'industrie et des transports.

La régularisation du Fleuve Sénégal va permettre la transformation totale des conditions d'exploitation des terres de la Vallée dont 400.000 ha ont été reconnus aptes à une agriculture intensive.

Les aménagements déjà réalisés et les résultats de la recherche agronomique ont montré que la qualité des sols, des techniques d'aménagements fonciers et l'aptitude des paysans de la Vallée à s'adapter au changement, rendent possible et viable une agriculture intensive fondée sur trois groupes de cultures :

- vivrières (riz, blé, maïs, sorgho)
- industrielles (tomates industrielles, canne à sucre)
- fourragères (maïs et sorgho fourrager, pennisetum).

Mais le développement des aménagements hydro-agricoles se heurte à une pénurie d'eau et à la remontée d'eau marine en période d'étiage.

Les projets de Diama et de Manantali ont pour objet de faire sauter ce goulot d'étranglement en bloquant la remontée de la langue salée, en constituant des réserves d'eau douce et en régularisant le cours du Fleuve à 300 m³/s.

Le projet de Diama comprend les ouvrages suivants :

- Un barrage pourvu de vanes mobiles permettant le passage des crues et la constitution d'une réserve d'eau douce de 500 millions de m³ tout en arrêtant la remontée d'eau salée
- Un endiguement du Fleuve pour protéger les zones agricoles contre les crues.
- Une liaison routière Saint-Louis-Nouakchott empruntant sur une partie de son tracé les digues de rive droite et franchissant le fleuve sur le barrage.

Cet aménagement de Diama, exploité à la cote 2,5 m IGN assurera l'alimentation en eau de 75.000 ha de terres agricoles portant une double culture annuelle, dont la production pourra s'élever à 300.000 tonnes de céréales. Il permettra également d'assurer l'alimentation en eau des Villes de Dakar, Nouakchott et Saint-Louis, tout en améliorant considérablement les conditions de remplissage des dépressions de l'Est et de l'Ouest, du Lac d'Almadies et du Lac de Guiers.

La réalisation des ouvrages de Diama, dont les études sont pratiquement achevées pourront commencer en 1970 pour s'achever en 1982.

Le coût des ouvrages est estimé à 32,7 milliards de F CFA en 1975 (34 millions de dollars JS).

Minute Provisoire

Compte tenu du risque d'inflation jusqu'en 1982, le financement à prévoir est de 47 milliards de F CFA (192 millions de dollars US) dont 20 milliards de F CFA (114 millions de dollars US) constituent un minimum pour que l'ouvrage puisse être entrepris, le solde représentant les besoins en crédits pour les endiguements de rive gauche, la liaison routière et l'écluse.

Le taux de rentabilité économique de l'ensemble des aménagements de Diama et des équipements hydro-agricoles est de 9,3%. Les aménagements de Diama en permettant une double culture ont un taux de rentabilité propre de 12,8%.

Le Projet de Diama dont la rentabilité est très satisfaisante constitue donc la première mais indispensable réalisation conditionnant la mise en valeur de la Vallée du Sénégal. En phase finale les réalisations comprendront nécessairement, outre le barrage, l'écluse indispensable pour assurer la navigation de Saint-Louis à Kayes.

INTRODUCTION

Le présent rapport d'évaluation du projet de Diama a été réalisé pour le compte de l'Organisation de la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), maître de l'ouvrage, dans le cadre d'un financement du Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française (FAC), par le GERSAR (Groupement d'Etudes et de Réalisation des Sociétés d'Aménagement Régional).

L'objectif du rapport est, à partir des options prises par l'OMVS concernant les caractéristiques techniques du projet, de fournir au maître de l'ouvrage les différents éléments techniques et économiques nécessaires à la consultation des Organismes Internationaux de financement.

L'évaluation s'appuie ainsi sur les conclusions du rapport de phase I de l'étude d'exécution du barrage de Diama, menée par le Groupement SOGUDAI - COYNE & BELLIER - BOCOM, et les replace dans la perspective de l'aménagement hydro-agricole de la Vallée du Fleuve Sénégal.

Après la présentation de la zone d'influence du projet, le rapport comprend, plus particulièrement, la description des caractéristiques techniques du barrage et des ouvrages annexes, le montant des investissements et l'échéancier correspondant, la programmation des aménagements hydro-agricoles en fonction des plans de développement adoptés par les Etats, la rentabilité économique de l'ensemble des aménagements et sa sensibilité aux variations économiques.

.../...

Il est important de signaler que toutes les informations nécessaires à l'élaboration du présent document ont soit été extraites des études disponibles existantes lors de la réalisation du rapport, soit fournies par l'OIVS ou les responsables nationaux des Etats.

LES CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET SOCIO ECONOMIQUES DE LA REGION

1 - SITUATION GENERALE HYDROGRAPHIE

Le Bassin versant du Fleuve Sénégal s'étend sur 290.000 km² environ et comprend plusieurs régions qui se différencient nettement par leur climat, leur relief, leur géologie et leur hydrographie.

La région du Fleuve concernée par le projet de Diama est formée^{par} le Delta et la Basse Vallée jusqu'à près de 500 km de l'embouchure.

. La Basse Vallée est une plaine alluviale, encadrée par des régions semi-désertiques :

- le Ferlo au Sud
- les dunes de Mauritanie au Nord.

Le Fleuve qui a une pente très faible, présente de nombreux méandres et tout un système de bras et^{de} défluent, dont le Doué et le Koundi, et inonde de vaste zones lors de la crue annuelle.

. La partie terminale du Fleuve à partir de Dagana sur les 170 derniers kilomètres, constitue un vaste delta avec de multiples bras. Cette vaste zone est pratiquement plate sur près de 400.000 ha. Depuis 1964 une digue placée en bordure du fleuve protège la rive gauche des inondations et a considérablement modifié les conditions naturelles.

Dans cette partie du fleuve on trouve plusieurs grandes dépressions susceptibles d'emmagasiner de fortes quantités d'eau, dont la majeure partie est évaporée mais avec néanmoins une utilisation à des fins agricoles ou même humaine :

- le Lac R'Kiz
- Le Lac de Guiers, relié par la Taouey (récemment rectifiée en un canal de grand calibre) au Sénégal. C'est de ce lac que dépend l'alimentation du complexe sucrier de Richard Toll et de la Ville de Dakar.

- L'Aftout-es-Sahel, dépression s'étendant jusqu'à Nouakchott et pouvant être utilisée à terme notamment pour garantir l'alimentation en eau de cette ville.

On rencontre en outre dans le delta de nombreux marigots tant en rive gauche - servant à la fois de dispositif d'alimentation et de drainage des périmètres hydro-agricoles - qu'en rive droite. La ville de Saint-Louis dépend ainsi, pour son alimentation en eau, d'un de ces marigots : le Lampsar.

2 - LE CLIMAT

Dans l'ensemble de la zone concernée, le climat est de type sahélien, avec cependant quelques modifications, dues à la proximité de la mer, qui apparaissent à l'Ouest à partir de Rosso, notamment dans le régime des vents. L'aridité s'accroît du Nord vers le Sud.

Le climat chaud (en moyenne 26°C) présente des saisons bien marquées, avec une période fraîche de novembre à février et des maxima entre juin et septembre, correspondant à la saison des pluies (ou hivernage).

La pluviométrie varie entre 300 et 400 mm. Elle tombe à 200 mm sur les zones les plus septentrionales (Lac R'Kiz). Les pluies, à allure de tornades sont très irrégulières et les variations interannuelles sont importantes, comme le montre le tableau ci-après :

Stations	Pluviométrie Moyenne Annuelle (mm)	Maxima observés (mm)	Minima observés (mm)
Saint-Louis	355	691	174
Rosso	306	612	106
Podor	330	790	100
Boghé	375	555	113

Les vents dominants sont variables suivant les saisons. Aux alizés frais et humides longeant la côte et se faisant sentir par intermittence vers l'intérieur succède à partir de mars, l'armattan vent Continental de l'Est, chaud et très sec. Ce vent se heurte aux courants de mousson tièdes et humides venant du Sud qui dominent à partir du mois de juin sur l'ensemble du Bassin.

La vitesse du vent peut atteindre 20 m/s (en moyenne supérieure à 5 m/s), provoquant une érosion dans les zones dépourvues de végétation.

L'insolation est importante, atteignant 3.300 heures dans la Vallée.

L'humidité relative est assez variable se situant généralement vers 50%, pouvant tomber à 10%.

L'ensemble de ces facteurs entraîne une évaporation annuelle très forte qui atteint et même dépasse 3.000 mm dans la Vallée.

3 - LES SOLS

3.1. - Les différents types de sols

Les sols du lit majeur (le lit mineur est encaissé de plusieurs mètres entre des bourrelets de berge) sont des formations alluviales sablo-argileuses récentes qui se différencient schématiquement en trois grands types :

- les sols sablo-limoneux ("Fondés") renfermant moins de 30% d'argile, qui forment les bourrelets de berge et les levés.
- les sols très argileux ("Hollaldés") comprenant plus de 60% d'argile, et situés dans les cuvettes de décantation.
- les sols argileux intermédiaires entre les deux, qui comprennent 30 à 60% d'argile ("Faux Hollaldés").

.../...

Ces sols ont des vocations culturales diverses :

- Polyculture sauf riz (sols trop perméables) pour les sols de Fondé, (à moins de disposer de grosses quantités d'eau)
- mixte (riz, ^{autres} céréales, fourrages et cultures maraichères) pour les Faux Hollaldés,
- riziculture et fourrages pour les Hollaldés.

Si la répartition sur l'ensemble de la Vallée est d'environ 1/3 de la superficie du lit majeur pour chaque type de sol, elle est quelque peu différente dans la région concernée par le projet, soit :

. Fondé	21%
. Faux Hollaldé	33%
. Hollaldé	46%

Ces différents types de sols sont généralement **carencés** en éléments fertilisant et plus particulièrement en phosphore et en soufre, et des fumures correctrices sont nécessaires partout, d'autant plus que les eaux d'irrigation sont très peu minéralisées.

Il faut **noter** la présence de sel dans les cuvettes du Delta, en particulier en Mauritanie où aucune protection ne permet d'éviter la remontée de l'eau saumâtre.

3.2. - Les Unités Naturelles d'Équipement

Compte tenu de la topographie, de la morphologie, des réseaux des différents cours d'eau, de l'aptitude des sols à l'irrigation, la Vallée (non compris le Delta) a été divisée en Unités Naturelles d'Équipement pouvant varier de 1.500 à 15.000 hectares.

C'est dans le cadre de ces Unités Naturelles d'Équipement (U.N.E.) qu'ont été identifiées les différentes zones susceptibles d'être aménagées pour l'irrigation.

Dans la zone du projet, on peut récapituler ainsi les différents groupes d'U.N.E.

Groupes d'U.N.E.	Nombre d'U.N.E.	Surface (en 1.000 ha)			Oualo* net 71
		Endiguée	Nette cultivable	Forêts dans U.N.E.	
<u>Rive droite</u> : Garak, Koundi, Boghé, Tiangol N'Bagne	16	130	94	0	25
<u>Rive gauche</u> : Guidakar, Dagana, N'Galenka, Doué	9	50	36	1	1
Ile à Morphil	18	111	77	6	23
Total	43	291	207	15	59

4 - POPULATIONS

En associant aux travaux de l'ORSFOM - qui ont actualisé pour 1972/73 les données des recensements administratifs concernant les populations rurales - les données les plus récentes sur les populations urbaines, on obtient une estimation plausible de la répartition des populations.

La population des départements limitrophes du Fleuve entre Saint-Louis et Boghé serait ainsi de l'ordre de 320.000 habitants, dont environ 60% sur la rive sénégalaise. La population urbaine représenterait 40% de ce total.

Pour ce qui concerne la population rurale, on peut distinguer deux grandes catégories en se basant sur l'implantation géographique des villages et des campements.

.../...

* Oualo = cultures de décrue.

personnes Population sédentaire de la Vallée proprement dite : 98.000. Cet effectif comprend un certain nombre de Peuls et de Maures dont l'habitat permanent se situe en bordure du lit majeur et qui possèdent pour la plupart des droits de culture sur le oualo.

- Population sédentaire et transhumante installée sur le diéri (terres hautes non inondées ou se pratiquent les cultures d'hivernage).

En ce qui concerne les ethnies, les répartitions sont très différentes entre le Delta d'une part, la Basse Vallée de l'autre.

- Dans le Delta, on rencontre une forte majorité de Ouoloffs et une minorité importante de Maures. Les Toucouleurs sont très peu nombreux.

- Dans la Basse Vallée, ce sont les Toucouleurs qui prédominent largement, les Maures étant les moins nombreux.

Il faut souligner enfin, l'important mouvement migratoire (mouvement déjà ancien et qui se perpétue) vers les grandes agglomérations, et même vers l'Europe.

5 - L'ECONOMIE ACTUELLE DE LA REGION

L'économie de la zone du Delta et de la Basse Vallée est axée sur le fleuve. Elle s'appuie presque exclusivement sur le secteur rural avec les systèmes d'agriculture traditionnelle de décrue et d'hivernage, les ressources pastorales, la pêche et les périmètres irrigués.

Le secteur industriel est très limité et en dehors de quelques installations artisanales on peut citer :

- Une usine de concentré de tomates (SOCAS) à Savoigne de 25.000 t/an, à laquelle doit venir s'ajouter une autre usine à Dagana.

.../...

- Une sucrerie à Richard Toll qui devrait permettre de satisfaire à terme les besoins du Sénégal (80.000 t).

Dans le secteur rural - outre les productions agro-pastorales traditionnelles d'une part et les productions des périmètres irrigués d'autre part, présentées ci-après - il faut mentionner :

- La pêche, qui est une activité traditionnelle importante des habitants de tout le Bassin, et qui constitue l'essentiel de l'apport protéinique dans leur ration alimentaire.

- Les forêts, de gonakiés, qui ~~donnent un faible revenu.~~
de leur production de bois et de produits forestiers.

5.1. - L'agriculture traditionnelle

On peut distinguer deux grands types d'agriculture traditionnelle :

- l'agriculture de oualo, ou cultures de décrue, pratiquée en saison sèche dans le lit majeur du fleuve, et qui sont mises en place immédiatement après le retrait des eaux lors de la phase de décrue.

Elle
La culture pratiquée est essentiellement celle du sorgho. Elle donne des résultats très aléatoires^{en} fonction de l'ampleur de la crue et des délais de montée et de retrait de l'eau. Les rendements peuvent être estimés à 500 kg par hectare en année moyenne.

Outre les aléas de la crue, les cultures sont très vulnérables aux attaques des oiseaux.

Jusqu'à ce jour, les essais d'amélioration des cultures du oualo n'ont pas donné de résultats probants.

Minute Provisoire

Handwritten signature and initials
1.0.

Pour la Basse Vallée, on a pu estimer à 35.000 ha environ les surfaces de oualo en 1970/71, ce qui ne représentent qu'une faible partie des terres cultivables du lit majeur (35.000 sur 207.000 ha, soit 17,).

Dans le Delta mauritanien, les importants pâturages de décrue fournissent cependant un complément fourrager intéressant aux ressources du diéri.

- L'agriculture de diéri, ou culture sous pluie, pratiquée en hivernage sur les terres hautes non inondées.

Les rendements sont aussi médiocres, 300 à 500 kg de mil par hectare, (pluviométrie, agents déprédateurs).

- Enfin, il faut mentionner également les cultures de falo pratiquées sur les berges immédiates du fleuve et qui en dépit de leur faible surface produisent l'essentiel des légumes consommés et un appoint de fourrages.

5.2. - L'élevage

D'après les études faites dans cette région, (CEDES, 1976) le cheptel de la région était évalué, en 1972 à 450.000 bovins et 775.000 petits ruminants. Ce **capital** productif considérable a été fortement réduit par la sécheresse de 1972/1973, et les effectifs en 1975 peuvent être estimés à 216.000 bovins et 615.000 petits ruminants. On distingue :

. un élevage extensif et transhumant pratiqué par les Peuls et les Maures qui exploite les parcours de type sahélien pendant la saison des pluies et les pâturages du lit majeur pendant la saison sèche. C'est le plus important système d'élevage. Il concerne actuellement environ 160.000 bovins et 450.000 ovins-caprins

.../...

- Un élevage sédentaire, pratiqué par les agriculteurs du fleuve, pour le quart du concept.

Cet élevage traditionnel, sédentaire ou transhumant, dispose, dans la région concernée, d'une superficie de l'ordre de 350.000 hectares de pâturages de saison sèche (outre les cultures de oualo).

Les aménagements actuels ont cependant déjà supprimé de notables superficies de pâturages naturels dans le Delta, qui étaient utilisés par les éleveurs ^{en pâturages} extensifs, ce qui - ajoute aux autres facteurs de dégradation des ressources fourragères (feux de brousse, surpâturage, défricement de forêts) - diminue de façon sensible la production et la sécurité de l'élevage régional.

Enfin il faut noter le démarrage ~~en 1977~~ de la culture attelée sur certains périmètres irrigués.

5.3. - Les aménagements hydro-agricoles existants

5.3.1. - Historique

Depuis le début du 19e siècle, les projets d'aménagements agricoles du Delta ont été variés et nombreux. Pratiquement toutes ces tentatives ont échoué en raison des conditions rigoureuses du milieu : sécheresse, salinité, attaque par les criquets et les oiseaux.

En 1954, une station de recherche fut implantée à Richard Toll et un casier rizicole de 6000 ha cultivé de façon mécanisée. Les résultats ont été médiocres avec des rendements décroissants (le contrôle du planage ayant été perdu, des variétés rustiques furent alors utilisées) et le casier rizicole a été abandonné pour devenir un casier confié à la Compagnie Sucrière Sénégalaise.

.../...

En 1964, fut construite une digue protégeant la rive gauche du Delta des inondations afin de promouvoir l'irrigation des cuvettes par submersion contrôlée.

A partir de cette date, de nombreux aménagements furent réalisés :

En MAURITANIE : On s'est orienté au départ sur des oueds adjacents (Dar El Barka). Puis deux types d'actions ont été menées :

- Mise en place de grands périmètres à gestion centralisée, à M'Pourié en 1969 où 4.000 hectares furent endigués ; et Kaédi dont l'exploitation ^{à commencer en 1977} ~~devrait démarrer en 1978~~.

- Création à partir d'initiatives locales de périmètres de 10 à 30 hectares réalisés par les paysans, alimentés par pompage dans le Fleuve Sénégal et pouvant produire deux récoltes de riz.

AU SENEGAL : L'effort s'est d'abord porté sur le Delta. Depuis quelques années la Société d'Aménagement et d'Exploitation du Delta (SAED) a vu son champ d'action s'étendre jusqu'à Bakel.

Plus de 10.000 hectares de cuvettes ont été aménagées en submersion contrôlée de 1965 à 1972 (aménagements "primaires" ou "secondaires") mais pratiquement les périmètres ont été soit abandonnés, soit reconvertis en périmètres à maîtrise complète de l'eau (aménagements "tertiaires").

A partir de 1972, de même qu'en Mauritanie deux types d'actions ont été menées parallèlement.

- Des grands périmètres (1000 à 3000 ha) : Boundoum, Thiagar, Dagana, Nianga à gestion centralisée et exploitation assez mécanisée.

- De petits périmètres de 20 à 30 hectares réalisés et exploités par les paysans eux-mêmes.

5.3.2. Situation des périmètres en 1977

EN MAURITANIE , il faut citer :

- La ferme de M'Pourié dont la surface exploitée est de 610 ha en 1976/77 et où les rendements atteignent 4 à 5 t de paddy à l'hectare. Une seule récolte est possible en raison de la remontée de la langue salée de février à juillet, et l'extension du périmètre s'avère difficile à cause de la salinité des terres avoisinantes.

- Les petits périmètres : Sur une surface aménagée de 570 hectares (14 périmètres) 140 hectares ont été exploités en 1976/77 avec un rendement moyen de 4,2 t/ha.

AU SENEGAL : En 1976/77 ont été cultivés en hivernage :

- 9.130 hectares, dont 3.000 en riz (avec des rendements variant de 3,1 à 5,2 tonnes/ha), uniquement sur des aménagements tertiaires. Les aménagements primaires et secondaires étant totalement abandonnés.

.../...

En contre-saison on trouve essentiellement la tomate, cultivée sur 1000 ha avec des rendements de 7 à 20 t/ha, et 900 ha de céréales : riz à Guédé * et Njanga, où la langue salée ne remonte pas, blé et maïs que l'on cherche à introduire avec des résultats inégaux.

Il faut mentionner par ailleurs :

- Le périmètre sucrier de Richard Toll, exploité sur 6.000 ha, par la S.S.S., où la canne pousse dans des conditions assez difficiles (sel, mauvais drainage,...) avec des rendements de 6 - 7 tonnes de sucre à l'hectare récolté et une production globale de 20 à 30.000 t de sucre par an.

- Quelques centaines d'hectares irrigués par aspersion dans le Delta par des organismes privés.

.../...

* Rendement dépassant 10 t/ha/an.

d
o f s.m.
évaluation et c

5.4. - Les acquis de la Recherche Agronomique

Nous retiendrons les principaux résultats obtenus par les Projets de Recherches Agronomiques OIVS/FAO.

Le Riz : L'expérimentation a porté sur des variétés à cycle moyen (125 à 140 jours) et hâtives (95 à 120 jours). Ces dernières variétés apparaissent particulièrement intéressantes pour concilier la double culture avec les contraintes de temps pour la préparation du sol et la récolte.

En station les rendements obtenus sont de 7 à 9 tonnes par hectare en hivernage et 6 à 10 tonnes en contre-saison.

Les variétés les plus utilisées actuellement IKP (I Long Pao), THH (Taichung Native 01), Kwany she Sheng, IR 1561.223.3, IL, Joya, TFW (Tain Fou Way).

Le Blé : Les essais sur le blé ont surtout été effectués à Guédé depuis 1959. La variété Mexipak (cycle de 105 jours) a donné de bons résultats (jusqu'à 6 tonnes/hectare) et il apparut que la contrainte de froid était un facteur essentiel pour obtenir de bons résultats. Cela impose que les semis soient impérativement effectués avant le 10 novembre.

Le Maïs : Les hybrides provenant d'Italie "APPOLO 125 et 136" ont donné de très bons résultats (plus de 5 tonnes/hectares) en saison sèche froide ou en saison sèche chaude. Il en est de même pour les hybrides Indien "Ganga" et "Safed". Les composites peuvent également donner de très bons résultats.

Le Sorgho : Les variétés locales représentent une sélection de populations traditionnelle dans la Vallée du Sénégal. Telles sont SD-10, MT13 MT35, GUEDE Blanc. Les rendements sont supérieurs à 3 tonnes/ha et peuvent atteindre 6 tonnes à l'hectare, mais il faut noter que dans les années où il y a eu des attaques de chenilles...

Les cultures fourragères : Les essais ont porté sur les espèces suivantes : Brachiaria, Pennisetum, sorgho fourrager. Les meilleurs rendements ont été obtenus avec le Pennisetum qui atteint 200 tonnes/hectare.

5.5. - Les déficits céréaliers Mauritanien et Sénégalais

Au niveau du Sénégal le bilan céréalier est largement déficitaire. En 1974 le bilan céréalier s'établissant ainsi non compris le mil.

	<u>Production 1974</u>	<u>Imputation 1974</u>
	Tonnage (1000 tonnes)	Tonnage (1000 tonnes)
Riz (blanc)	77 ⁽¹⁾	207
Maïs	43	27
Blé	-	57
	<hr/>	<hr/>
	120	321

(1) 117.000 tonnes de paddy.

Les projections qui ont été faites dans le cadre du Ve Plan conduisent à envisager les tendances suivantes pour 1981.

<u>Toutes Céréales 1981</u> (en Milliers de tonnes)				
<u>Consommations</u>		<u>Productions</u>		<u>Bilan</u>
		Prolongation des Objectif tendances actuelles		Prolongation des Objectif tendances actuelles
1.321	1.221	955	- 100	- 465

En Mauritanie la production céréaliers en année normale couvre environ 60% (avec 120.000 t) des besoins et les importations s'élèvent à 30 - 100.000 tonnes/an dont 30.000 tonnes de riz.

Différence *Importations* .../...

Les estimations de la P10 en supposant qu'en 1990 la population atteindra 2 millions d'habitants situent les besoins à 235.000 tonnes. Si l'on situe la progression de la production hors des grands périmètres à aménager à 3% l'an (la dureté des conditions écologiques rend très aléatoire un tel progrès) la production en 1990 serait d'environ 100.000 tonnes. Le déficit serait alors de 100.000 tonnes soit environ le même qu'actuellement.

LES RESSOURCES EN EAU

1 - LE RESEAU HYDROLOGIQUE

Les premières mesures relatives à l'écoulement du Fleuve Sénégal datent du début du siècle, et les principaux résultats pour la période 1903 - 1965 ont été analysés par l'ORSTOM dans sa Monographie Hydrologique du Fleuve Sénégal.

Des compléments ont été apportés à cette monographie avec les études suivantes :

- ETUDE SENEGAL-CONSULT dans le Haut Bassin (1968 - 1970)
- ETUDE SOGREAH (Elaboration et exploitation d'un modèle mathématique d'écoulement des crues).
- Projet FAO Aménagement Hydroagricole (AFR/REG/61)

Depuis ces dates, divers travaux de mesures, de relevés et d'interprétation se poursuivent. Cependant depuis 1970, les renseignements ^{collectés} du cours supérieur des affluents du Sénégal provenant de Guinée ne sont plus disponibles, *et sur ce côté on peut remarquer la baisse de la mesure de la hauteur d'eau et de la crue*

Un projet de mise en place d'un système d'annonce de crue et même de prévision de crue est envisagé, ce qui nécessitera le renforcement des réseaux de pluviomètres et d'échelles de mesures, tout particulièrement sur les pentes du Fouta Djallon. *sur le bassin amont du fleuve*

2 - L'ECOULEMENT ANNUEL DU FLEUVE

L'irrégularité constitue la caractéristique principale du régime du Fleuve Sénégal. Cette irrégularité des apports est croissante du Sud du Bassin - où les précipitations annuelles dépassent 1.250 mm (zone de Fouta Djallon) - vers le Nord - compte tenu du régime sahélien des affluents (Kolombiné, Karakoro, Gorgol).

A la station de Bakel, située en tête de la Vallée, le bassin versant a une superficie de 210.000 km² et l'écoulement moyen annuel est de ²⁴24 milliards de m³ (module moyen annuel 740 m³/s). Cependant on constate de grandes variations annuelles puisque ce chiffre peut descendre à moins de 10 milliards de m³ en année très sèche (3,3 en 1972 - 1973) et dépasse 40 milliards de m³ en année très humide (maximum observé 39 milliards en 1924 - 25)

Plus de 80% des écoulements se font durant l'hivernage de juillet à octobre et seulement 2% de mars à juin ce qui provoque un étiage très marqué.

3 - LA CRUE (cf. graphique ci-après)

3.1. - Arrivée de la crue et propagation

Le régime du Fleuve Sénégal se démarque de celui des précipitations qui sont concentrées durant la période d'hivernage de mai à octobre dans le Haut Bassin, de juillet à septembre dans la Vallée.

Il y a donc une crue bien marquée qui suit les précipitations avec un certain retard, retard qui va en s'accroissant au fur et à mesure que l'on descend vers l'aval.

La crue débute fin juin à Bakel et y atteint son maximum vers le 10 septembre.

En aval de Bakel, le débordement dans le lit majeur provoque un étalement de la nappe d'eau sur une grande largeur, de 10 à 20 km, inondant en moyenne 4.000 km² environ (100.000 hectares de cultures de décrue, dites "oualo", y sont pratiquées).

.../...

Compte tenu de cet étalement, la vitesse de propagation de la crue, qui était de 130 km par jour de Safoulabé à Kayes et 70 km de Kayes à Bakel, diminue ensuite rapidement pour n'être plus que de 15 km par jour dans le delta.

On atteint ainsi le niveau maximum vers le 20 octobre à Dagana et début novembre dans le Delta.

3.2. - Débit

Les débits de pointe à Bakel sont les suivants :

Probabilité de dépassement de la crue	Débit maximum (m ³ /s)	Volume annuel écoulé (10 ⁹ m ³)
99% (1972)	1.400	6,3
90% (1973)	2.900	11,5
50%	5.000	24
10% décennale	7.200	32
1% centennale	10.000	43
0,1% millénale	13.000	51

Source : SOGREAH ~~1972~~ 10/01/75

Les crues s'amortissent dans la Vallée qui en moyenne stocke dans son lit majeur près de 7 milliards de m³ si bien que dans le Delta les débits de pointe sont approximativement deux fois moindres qu'à Bakel.

.../...

3.3. - Hauteur

Les hauteurs maximales atteintes dans la Vallée et le Delta sont fonction des caractéristiques de l'hydrogramme à Bakel (hauteur, volume, durée et raideur de l'onde de crue).

On constate ainsi que les variations de niveau entre l'étiage et la pointe de crue atteignent *de 1 à 2 m*

à Bakel	PK 794	9 m
Boghé	PK 379	7 m
Podor	PK 268	5,30 m
Dagana	PK 169	3,50 m
Rosso	PK 133	2,70 m
Débi	PK 67	1,60 m

à l'étiage de 1,2 m dans le Delta, 2 à 4 m dans la Vallée

Il convient de souligner que les hauteurs maximales atteintes dans la Vallée seront modifiées considérablement par les différents aménagements prévus : augmentation de près d'un mètre de niveau de la crue avec la réalisation des différents périmètres, mais diminution après la construction de Mauantali qui écrêtera les crues.

4 - DÉCRUE ET LANGUE SALEE

La décrue, plus lente que la montée des eaux, s'annonce en octobre à Bakel et se poursuit jusqu'en février. Au début mars, en année moyenne, et jusqu'au 15 juin, les débits y sont inférieurs à 50 m³/s.

Durant l'été les remontées de sel se font à partir de l'embouchure *. Cette langue salée atteint le bas-delta en décembre - janvier, Richard Toll (PI 145) à la mi-avril et va jusqu'au delà de Dagana. En 1972 - 73, année où la sécheresse a été particulièrement accusée, des mesures ont montré que le fond salin avait atteint Richard Toll dès le 30 janvier et était remonté alors, jusqu'au PI 220.

En moyenne, le front salé n'est repoussé par la crue nouvelle que vers le 10 juillet à Richard Toll, ^(le 5 juillet en 1971) et fin juillet début août dans le Bas Delta.

5 - QUALITE DES EAUX

Le substratum du lit du Sénégal et de ses affluents est d'une grande diversité et les transports solides sont donc variables.

A. Bakel, des mesures ont montré :

- Une concentration de sédiments en suspension (50 à 90% des matériaux ayant une granulométrie inférieure à 2 microns) faible ne dépassant qu'exceptionnellement 0,4 g par litre. La quantité transitant annuellement pouvant être estimée à :

- . matières minérales 2.400.000 tonnes
- . matières organiques 300.000 tonnes

- un charriage de fond éminemment variable, les quantités transportées étant de l'ordre de 100.000 t/an.

Bien que faible ce débit solide peut néanmoins avoir une incidence locale sur l'érosion des berges et le niveau des seuils pour la navigation ; en revanche les volumes à réserver par le colmatage dans les réservoirs pourront être réduits.

.../...

* Ce phénomène était accentué par la marée qui se fait sentir jusqu'à Bogné (400 km).

Par ailleurs les eaux sont faiblement minéralisées (20 à 50 mg par litre) avec peu de calcium, une absence de sulfate et pratiquement aucun élément fertilisant.

6 - LES EAUX SOUTERRAINES

Presque partout dans le lit majeur, on rencontre une nappe alluviale à faible profondeur.

Dans la Basse Vallée et le Delta, la transmissivité est peu élevée et les débits obtenus jamais importants. De plus les eaux sont généralement salées et il y a risque de remontée saline particulièrement dans le Delta ce qui rend nécessaire un drainage profond.

Dans la Moyenne Vallée (région de Matam), la nappe du Maestrichtien est à faible profondeur en communication avec les alluvions du fleuve et on peut obtenir des débits intéressants pouvant atteindre $150 \text{ m}^3/\text{heure}$ pour des forages de 50 m de profondeur.

On estime qu'actuellement l'alimentation en eau des nappes est de l'ordre de 600 millions de mètres cubes, dont 300 environ seraient restitués lors de la décrue, et 400 millions drainés pour l'alimentation des terrains encaissants. Les ressources sont supérieures aux besoins nécessaires pour l'alimentation en eau potable des humains et des troupeaux, mais non pour l'irrigation sur une grande échelle.

L'ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL

OBJECTIFS ET PROGRAMME

1 - HISTORIQUE

En 1963, une première organisation régionale, regroupant la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal fut créée : Le Comité Inter-Etats de l'Aménagement du Bassin du Fleuve Sénégal. Et dès 1964, les grands principes de l'élaboration d'un programme de développement intégré étaient énoncés. En 1968 naissant l'Organisation des Etats Riverains du Fleuve Sénégal (OERS) qui se distinguait du Comité Inter-Etats par un élargissement de sa vocation, en posant le principe de l'extension de la coopération au-delà des limites du bassin, et en instituant une conférence des Chefs d'Etat qui symbolisait la volonté de resserrement des liens politiques entre les quatre pays.

En 1972, l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) qui prit la relève de l'OERS, ne devait plus comprendre que le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, et l'Organisation retrouvait sa vocation initiale d'institution chargée essentiellement d'étudier et de promouvoir le programme de développement intégré du Bassin du Fleuve Sénégal.

Il est à noter que, malgré ces changements successifs du cadre institutionnel, l'Organisation a poursuivi les mêmes objectifs de façon continue depuis 1963 et consacré la première décennie de son existence aux études préliminaires de factibilité et à la définition d'une stratégie de développement.

.../...

2 - BUT DE L'ORGANISATION

L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal est une institution intergouvernementale de coopération régie par la Convention du 11 mars 1972 dont l'article premier définit son but en ces termes :

L'Organisation est chargée :

- " 1°) - de l'application de la Convention du 11 mars 1972 relative au Statut du Fleuve Sénégal ;
- 2°) - de la promotion et de la coordination des études et des travaux de mise en valeur des ressources du Bassin du Fleuve Sénégal sur les territoires nationaux des Etats Membres de l'Organisation ;
- 3°) - de toute mission technique et économique que les Etats Membres voudront ensemble lui confier".

3 - CADRE INSTITUTIONNEL

3.1. - Les Organes permanents

Aux termes de la Convention du 11 mars 1972, amendée le 17 décembre 1975, l'OMVS est placée sous la haute tutelle de la Conférence des Chefs d'Etats et de Gouvernement, avec trois organes permanents qui sont :

- . le Conseil des Ministres,
- . le Haut-Commissariat,
- . la Commission permanente des Eaux.

La Conférence des Chefs d'Etats et de Gouvernement est l'instance suprême qui définit la politique de coopération et de développement.

.../...

l'agriculture, l'élevage et le transport.

.../...

Le Conseil des Ministres est l'organe de conception et de contrôle qui élabore la politique générale d'aménagement du Bassin du Fleuve Sénégal pour la Mise en Valeur de ses ressources.

Le Haut-Commissariat est l'organe exécutif de l'Organisation. Il est chargé de mettre en oeuvre le programme de développement adopté, de réaliser les investissements régionaux et d'organiser la concertation entre les Etats Membres pour l'harmonisation des activités régionales et des politiques nationales de développement.

Le Haut-Commissariat est dirigé par un Haut-Commissaire nommé par la Conférence des Chefs d'Etat et de Gouvernement.

Le Haut-Commissaire représente les Etats Membres dans leurs relations avec les institutions d'aide internationale ou de coopération bilatérale en ce qui concerne le Fleuve Sénégal.

Le Haut-Commissaire est assisté et secondé dans ses fonctions par un Secrétaire Général nommé dans les mêmes conditions.

Le Secrétaire Général est chargé plus particulièrement des études, du contrôle et de l'exécution des travaux.

L'Organigramme du Haut-Commissariat comporte en outre quatre directions techniques placées sous l'autorité du Secrétaire Général.

- la Planification et la Coordination,
- la Formation et la Promotion Humaine,
- la Programmation et les Finances,
- l'Infrastructure Régionale.

La Commission permanente des eaux est chargée de définir les principes et les modalités de la répartition des eaux du Fleuve Sénégal entre les Etats d'une part, et d'autre part entre les secteurs d'utilisation de l'eau qui sont principalement l'industrie, l'agriculture, l'élevage et le transport.

3.2. - Les Organes subsidiaires

Outre les organes permanents créés par la Charte de l'Organisation, il a été institué par décisions du Conseil des Ministres :

- Un Comité Consultatif chargé d'assister le Haut-Commissariat dans la mobilisation des ressources financières et humaines, en organisant l'échange d'informations entre les Etats et les institutions de financement sur les règles et procédures d'affectation des ressources, sur l'état d'avancement des projets ainsi que sur les perspectives de développement de la coopération entre l'OMVS et les pays et organismes coopérants.
- Un Comité Inter-Etats de la Recherche Agronomique chargé d'étudier et de proposer des programmes de recherche agronomique d'intérêt commun à mener dans le cadre du Bassin du Fleuve Sénégal en fonction des objectifs communs de développement de l'O.M.V.S.

Les fondements institutionnels d'une politique de développement concertée ont été définis par des résolutions adoptées par le Conseil des Ministres de l'Organisation et ratifiées par la Conférence des Chefs d'Etats.

Ces résolutions concernent notamment :

- Le Statut International du Fleuve,
- la Propriété et la gestion communes des ouvrages de régularisation, *ou d'intérêt commun.*
- l'Organisation commune de la Navigation sur le Fleuve,
- la Responsabilité collective des Etats face aux engagements financiers pour la réalisation des ouvrages communs.

.../...

4 - LES OBJECTIFS

Les objectifs que les Etats de l'OMVS entendent poursuivre en commun dans le développement du Bassin du Fleuve Sénégal ont fait l'objet d'un document de base : "Les objectifs et les grandes lignes de la stratégie du Développement Intégré dans le Bassin du Fleuve Sénégal" (mai 1974).

Ce document fixe les objectifs et la politique du développement qui sera mise en oeuvre par les activités de l'Organisation commune, l'OMVS, et celles des Services Nationaux de chacun des Etats.

Les objectifs principaux de développement à long terme du Bassin sont les suivants :

- 1 -- Sécuriser et accroître les revenus des habitants du Bassin du Fleuve et des zones avoisinantes qui représentent environ le 1/4 de la population des trois Etats Membres.
- 2 - Assurer l'équilibre de l'écosystème dans le Bassin et inciter à l'établissement de cet équilibre dans la région sahélienne autant que possible.
- 3 - Rendre les économies des trois Etats Membres moins vulnérables aux conditions climatiques et aux facteurs extérieurs.
- 4 - Accélérer le développement économique des Etats Membres par la promotion intensive de la coopération régionale.

.../...

Sur cette base, un plan d'action en 5 points a été établi ;

- la planification du développement du Bassin du Fleuve,
- l'identification des éléments d'un programme régional **d'infrastructure** correspondant à la première étape de l'aménagement,
- l'harmonisation de ce programme régional avec les objectifs nationaux de développement des trois Etats,
- la coordination des actions sectorielles dans les domaines de l'agriculture, l'élevage, les agro-industries, les industries minières et les transports,
- l'étude, la réalisation et la gestion des ouvrages communs.

5 - LE PROGRAMME DE L'OMVS

5.1. - Les infrastructures régionales

Le programme de l'OMVS, basé sur la réalisation, de grands projets d'infrastructure, prévoit à moyen terme :

- 1°) - la construction du barrage de Diama, situé près de l'embouchure qui empêchera la remontée de l'eau salée en période d'étiage. Cet ouvrage aura une retenue suffisante pour irriguer en double culture 42.000 hectares (Cote 1,50), puis 75.000 hectares (Cote 2,50 m), et assurera l'approvisionnement en eau douce des centres urbains environnants, ainsi que de Dakar et Nouakchott.

.../...

- 2°) - la construction du barrage hydro-électrique de Manantali sur le Bafing au Mali, qui, avec une retenue de 1,0 milliards de m³, régularisera le débit du fleuve à 300 m³/s à Bakel, et permettra l'irrigation de 400.000 ha, la production de 300 millions de kWh et la pérennité de la navigation.
- 3°) - la construction du port fluvio-maritime de Saint-Louis, du port fluvial de Kayes et d'une dizaine d'escales intermédiaires.
- 4°) - l'aménagement du chenal pour la navigation en toute saison sur les 930 km qui séparent Kayes de Saint-Louis, désenclavant ainsi le Mali, pays sans littoral.

Conformément aux termes de son mandat, l'OMVS assume la responsabilité de la réalisation de ces infrastructures indispensables au démarrage du processus de développement dans le bassin. L'Organisation est chargée ensuite de veiller à l'exploitation optimale de ces infrastructures en apportant son assistance notamment aux programmes nationaux d'accompagnement pour le développement de l'irrigation, la création des unités industrielles et agro-industrielles dans la Vallée.

5.2. - Les programmes nationaux de développement dans la zone d'influence de Diama : le secteur rural

L'intérêt du barrage de Diama est avant tout de permettre le développement agricole de la Basse Vallée et du Delta du Fleuve Sénégal.

Et dans cette zone, les programmes de réalisation des périmètres hydro-agricoles établis par les Etats, sont conçus dans la perspective de la réalisation prochaine du projet de Diama.

.../...

Les chiffres indiqués ci-après (dont on trouvera le détail en annexe) ne représentent pas la totalité des programmes à moyen et long terme, mais ce qu'il est possible ~~de réaliser~~ ^{d'alimenter} directement à partir de la retenue du barrage. _{de l'ouvrage}

. En rive gauche, le programme sénégalais, mis en oeuvre essentiellement par la Société d'Aménagement et d'Exploitation du Delta (SAED) concerne :

- Entre 1977 et 1981 : 17.000 hectares environ
- Entre 1982 et 1985 : 11.500 hectares
- Entre 1986 et 1989 : 7.600 hectares

Soit au total : 46.000 hectares environ, compte tenu des périmètres déjà existants.

. En rive droite, le programme mauritanien, dont une partie sera mise en oeuvre par la Société Nationale de Développement Rural (SONADER), concerne :

- Entre 1977 et 1982 : 17.000 hectares environ
- Entre 1983 et 1990 : 11.000 hectares environ

Soit au total : 29.000 hectares environ, compte tenu des périmètres déjà existants.

Le programme total d'aménagement hydro-agricole dont l'alimentation est garantie toute l'année par le barrage, concerne au maximum ces 75.000 hectares. Au delà, seule la réalisation du barrage de Manantali pourra apporter la garantie des ressources nécessaires.

LE PROJET DE DIAMA

1 - INTRODUCTION

Le présent chapitre s'appuie sur le rapport de phase I de l'étude d'exécution du barrage de Diama, réalisé par le groupement d'Ingénieurs-Conseils SOGREAH - COYNE et BELLIER - BCEOM (juillet 1977).

Le projet comprend non seulement le barrage proprement dit et l'écluse de navigation contiguë, mais aussi les endiguements nécessaires pour contenir la retenue d'eau et une liaison routière destinée à raccourcir le trajet Saint-Louis-Nouakchott.

Après avoir rappelé le rôle du barrage, nous examinerons successivement :

- les caractéristiques techniques des ouvrages
- les modalités de fonctionnement
- le montant des investissements
- les charges de fonctionnement et d'entretien.

2 - LE ROLE DU BARRAGE DE DIAMA

Le barrage de Diama aura pour fonctions essentielles :

. d'arrêter pendant la période des basses eaux la remontée de la langue salée provenant de l'embouchure du fleuve et ainsi de protéger les prises d'eau existantes ou prévues à l'amont,

.../...

. de créer une réserve d'eau à l'amont permettant un important développement des cultures irriguées de saison sèche jusqu'au delà de Doghé.

. d'améliorer le remplissage des marigots et des dépressions de la Basse Vallée et du Delta (lac de Guiers, lac R'Kiz, Aftout-es-Sahel).

3 - LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES OUVRAGES

3.1. - les décisions de l'OMVS

Sur la base de l'avant-projet de 1972, le Conseil des Ministres de l'OMVS (Résolution 15/73/CN.ML.B) avait adopté la variante consistant à réaliser une retenue sur le site de DIAMA avec endiguement submersible étroit (en rive droite), pour une exploitation à la cote de retenue + 1,50 m IGH, en réservant la possibilité de construire ultérieurement un endiguement insubmersible pour une exploitation à la cote + 2,50 m IGH.

Il a donc demandé que les vannes-secteurs et les parties annexes du barrage permettent l'exploitation à ces deux cotes de retenue.

Le Conseil des Ministres, réuni à NOUAKCHOTT les 31 juillet et 19 août 1975, confirme cette décision et admet en outre le principe d'une route de liaison Saint-Louis-Nouakchott par le barrage.

3.2. - Le barrage et les ouvrages annexes du site de DIAMA

Après l'analyse des données de base concernant notamment l'hydrologie du fleuve, la topographie du site, les résultats des campagnes de géotechnique et des études sur modèles réduits, les options suivantes ont été prises (cf. plan ci-après).

3.2.1. - Site et implantation du barrage

Le barrage se situe au dernier resserrement du lit majeur du fleuve, à 26 km en amont de Saint-Louis.

La campagne de géotechnique a permis de confirmer le parti adopté dans l'avant-projet de 1972 : Le barrage mobile et l'écluse seront implantés dans un méandre sur la rive gauche du lit mineur du Fleuve Sénégal, lequel sera obturé par une digue de bouchure mise en place après la construction du barrage et l'ouverture du chenal correspondant.

3.2.2. - Le barrage mobile comprend sept passes de 20 m de largeur avec seuil à la cote - 3,50 m IGH, équipées de vannes segments relevables (cf. plan ci-après). Le radier de l'ouvrage sera ancré à la cote - 17 m environ dans le substratum qui est de qualité convenable à ce niveau (plateau sablo-gréseux).

3.2.3. - L'écluse

Le sas de l'écluse, de 25 x 200 m, est directement accolé au barrage sur la rive gauche.

3.2.4. - La digue de bouchure

Construite après le barrage et constituée d'une barrière en gabions de palplanches remplis de sable, elle est ancrée dans la rive droite du lit mineur actuel du fleuve et se prolonge ensuite par une digue en terre de 1.500 m environ qui la raccorde au Tound Bertet, colline en sable insubmersible et bien stabilisée.

En rive gauche, symétriquement, une digue en terre complète la fermeture du lit majeur entre l'écluse et le Tound N'Guinor, autre colline insubmersible et bien stabilisée.

3.2.5. - La réalisation des fouilles

C'est là que réside la plus grande difficulté pour l'exécution de l'ouvrage .(présence de 10 m de vases peu consistantes au-dessous du terrain naturel). Elle est prévue comme suit : Le barrage en béton et l'écluse seront construits à l'intérieur d'une enceinte rectangulaire en cellules de gabions de palplanches ; après construction du barrage, les palplanches des cellules situées en face des passes, à l'emplacement du futur chenal du fleuve (amont et aval), seront récupérées pour la construction de la digue de bouchure.

. . 3.3. - Les endiguements

3.3.1. - De rive gauche

Le projet prévoit la réhabilitation de l'endiguement, construit en 1964, depuis le Gorom jusqu'à Thiagar, avec son relèvement pour le mettre aux cotes compatibles avec l'aménagement du barrage de Diana, à savoir la ligne d'eau centennale ($Q = 5.250 \text{ m}^3/\text{s}$, ligne d'eau calculée avec le modèle mathématique, compte tenu des endiguements futurs) plus une revanche de 1 m environ. La surélévation sera ainsi de l'ordre de 0,60 m à 0,80 m pour l'ensemble de la digue existante.

- Coupe-type

Le coupe-type est donnée dans la figure ci-jointe. Le profil adopté correspond à digue de fruit amont 3/1, et de fruit aval 2/1 pour une largeur en crête de ~~3 m~~ ^{une} ~~6 m~~ ^{une} ~~10 m~~ ^{une} ~~12 m~~ ^{une} ~~15 m~~ ^{une} ~~18 m~~ ^{une} ~~20 m~~ ^{une} ~~22 m~~ ^{une} ~~24 m~~ ^{une} ~~26 m~~ ^{une} ~~28 m~~ ^{une} ~~30 m~~ ^{une} ~~32 m~~ ^{une} ~~34 m~~ ^{une} ~~36 m~~ ^{une} ~~38 m~~ ^{une} ~~40 m~~ ^{une} ~~42 m~~ ^{une} ~~44 m~~ ^{une} ~~46 m~~ ^{une} ~~48 m~~ ^{une} ~~50 m~~ ^{une} ~~52 m~~ ^{une} ~~54 m~~ ^{une} ~~56 m~~ ^{une} ~~58 m~~ ^{une} ~~60 m~~ ^{une} ~~62 m~~ ^{une} ~~64 m~~ ^{une} ~~66 m~~ ^{une} ~~68 m~~ ^{une} ~~70 m~~ ^{une} ~~72 m~~ ^{une} ~~74 m~~ ^{une} ~~76 m~~ ^{une} ~~78 m~~ ^{une} ~~80 m~~ ^{une} ~~82 m~~ ^{une} ~~84 m~~ ^{une} ~~86 m~~ ^{une} ~~88 m~~ ^{une} ~~90 m~~ ^{une} ~~92 m~~ ^{une} ~~94 m~~ ^{une} ~~96 m~~ ^{une} ~~98 m~~ ^{une} ~~100 m~~ ^{une} ~~102 m~~ ^{une} ~~104 m~~ ^{une} ~~106 m~~ ^{une} ~~108 m~~ ^{une} ~~110 m~~ ^{une} ~~112 m~~ ^{une} ~~114 m~~ ^{une} ~~116 m~~ ^{une} ~~118 m~~ ^{une} ~~120 m~~ ^{une} ~~122 m~~ ^{une} ~~124 m~~ ^{une} ~~126 m~~ ^{une} ~~128 m~~ ^{une} ~~130 m~~ ^{une} ~~132 m~~ ^{une} ~~134 m~~ ^{une} ~~136 m~~ ^{une} ~~138 m~~ ^{une} ~~140 m~~ ^{une} ~~142 m~~ ^{une} ~~144 m~~ ^{une} ~~146 m~~ ^{une} ~~148 m~~ ^{une} ~~150 m~~ ^{une} ~~152 m~~ ^{une} ~~154 m~~ ^{une} ~~156 m~~ ^{une} ~~158 m~~ ^{une} ~~160 m~~ ^{une} ~~162 m~~ ^{une} ~~164 m~~ ^{une} ~~166 m~~ ^{une} ~~168 m~~ ^{une} ~~170 m~~ ^{une} ~~172 m~~ ^{une} ~~174 m~~ ^{une} ~~176 m~~ ^{une} ~~178 m~~ ^{une} ~~180 m~~ ^{une} ~~182 m~~ ^{une} ~~184 m~~ ^{une} ~~186 m~~ ^{une} ~~188 m~~ ^{une} ~~190 m~~ ^{une} ~~192 m~~ ^{une} ~~194 m~~ ^{une} ~~196 m~~ ^{une} ~~198 m~~ ^{une} ~~200 m~~ ^{une} ~~202 m~~ ^{une} ~~204 m~~ ^{une} ~~206 m~~ ^{une} ~~208 m~~ ^{une} ~~210 m~~ ^{une} ~~212 m~~ ^{une} ~~214 m~~ ^{une} ~~216 m~~ ^{une} ~~218 m~~ ^{une} ~~220 m~~ ^{une} ~~222 m~~ ^{une} ~~224 m~~ ^{une} ~~226 m~~ ^{une} ~~228 m~~ ^{une} ~~230 m~~ ^{une} ~~232 m~~ ^{une} ~~234 m~~ ^{une} ~~236 m~~ ^{une} ~~238 m~~ ^{une} ~~240 m~~ ^{une} ~~242 m~~ ^{une} ~~244 m~~ ^{une} ~~246 m~~ ^{une} ~~248 m~~ ^{une} ~~250 m~~ ^{une} ~~252 m~~ ^{une} ~~254 m~~ ^{une} ~~256 m~~ ^{une} ~~258 m~~ ^{une} ~~260 m~~ ^{une} ~~262 m~~ ^{une} ~~264 m~~ ^{une} ~~266 m~~ ^{une} ~~268 m~~ ^{une} ~~270 m~~ ^{une} ~~272 m~~ ^{une} ~~274 m~~ ^{une} ~~276 m~~ ^{une} ~~278 m~~ ^{une} ~~280 m~~ ^{une} ~~282 m~~ ^{une} ~~284 m~~ ^{une} ~~286 m~~ ^{une} ~~288 m~~ ^{une} ~~290 m~~ ^{une} ~~292 m~~ ^{une} ~~294 m~~ ^{une} ~~296 m~~ ^{une} ~~298 m~~ ^{une} ~~300 m~~ ^{une} ~~302 m~~ ^{une} ~~304 m~~ ^{une} ~~306 m~~ ^{une} ~~308 m~~ ^{une} ~~310 m~~ ^{une} ~~312 m~~ ^{une} ~~314 m~~ ^{une} ~~316 m~~ ^{une} ~~318 m~~ ^{une} ~~320 m~~ ^{une} ~~322 m~~ ^{une} ~~324 m~~ ^{une} ~~326 m~~ ^{une} ~~328 m~~ ^{une} ~~330 m~~ ^{une} ~~332 m~~ ^{une} ~~334 m~~ ^{une} ~~336 m~~ ^{une} ~~338 m~~ ^{une} ~~340 m~~ ^{une} ~~342 m~~ ^{une} ~~344 m~~ ^{une} ~~346 m~~ ^{une} ~~348 m~~ ^{une} ~~350 m~~ ^{une} ~~352 m~~ ^{une} ~~354 m~~ ^{une} ~~356 m~~ ^{une} ~~358 m~~ ^{une} ~~360 m~~ ^{une} ~~362 m~~ ^{une} ~~364 m~~ ^{une} ~~366 m~~ ^{une} ~~368 m~~ ^{une} ~~370 m~~ ^{une} ~~372 m~~ ^{une} ~~374 m~~ ^{une} ~~376 m~~ ^{une} ~~378 m~~ ^{une} ~~380 m~~ ^{une} ~~382 m~~ ^{une} ~~384 m~~ ^{une} ~~386 m~~ ^{une} ~~388 m~~ ^{une} ~~390 m~~ ^{une} ~~392 m~~ ^{une} ~~394 m~~ ^{une} ~~396 m~~ ^{une} ~~398 m~~ ^{une} ~~400 m~~ ^{une} ~~402 m~~ ^{une} ~~404 m~~ ^{une} ~~406 m~~ ^{une} ~~408 m~~ ^{une} ~~410 m~~ ^{une} ~~412 m~~ ^{une} ~~414 m~~ ^{une} ~~416 m~~ ^{une} ~~418 m~~ ^{une} ~~420 m~~ ^{une} ~~422 m~~ ^{une} ~~424 m~~ ^{une} ~~426 m~~ ^{une} ~~428 m~~ ^{une} ~~430 m~~ ^{une} ~~432 m~~ ^{une} ~~434 m~~ ^{une} ~~436 m~~ ^{une} ~~438 m~~ ^{une} ~~440 m~~ ^{une} ~~442 m~~ ^{une} ~~444 m~~ ^{une} ~~446 m~~ ^{une} ~~448 m~~ ^{une} ~~450 m~~ ^{une} ~~452 m~~ ^{une} ~~454 m~~ ^{une} ~~456 m~~ ^{une} ~~458 m~~ ^{une} ~~460 m~~ ^{une} ~~462 m~~ ^{une} ~~464 m~~ ^{une} ~~466 m~~ ^{une} ~~468 m~~ ^{une} ~~470 m~~ ^{une} ~~472 m~~ ^{une} ~~474 m~~ ^{une} ~~476 m~~ ^{une} ~~478 m~~ ^{une} ~~480 m~~ ^{une} ~~482 m~~ ^{une} ~~484 m~~ ^{une} ~~486 m~~ ^{une} ~~488 m~~ ^{une} ~~490 m~~ ^{une} ~~492 m~~ ^{une} ~~494 m~~ ^{une} ~~496 m~~ ^{une} ~~498 m~~ ^{une} ~~500 m~~ ^{une} ~~502 m~~ ^{une} ~~504 m~~ ^{une} ~~506 m~~ ^{une} ~~508 m~~ ^{une} ~~510 m~~ ^{une} ~~512 m~~ ^{une} ~~514 m~~ ^{une} ~~516 m~~ ^{une} ~~518 m~~ ^{une} ~~520 m~~ ^{une} ~~522 m~~ ^{une} ~~524 m~~ ^{une} ~~526 m~~ ^{une} ~~528 m~~ ^{une} ~~530 m~~ ^{une} ~~532 m~~ ^{une} ~~534 m~~ ^{une} ~~536 m~~ ^{une} ~~538 m~~ ^{une} ~~540 m~~ ^{une} ~~542 m~~ ^{une} ~~544 m~~ ^{une} ~~546 m~~ ^{une} ~~548 m~~ ^{une} ~~550 m~~ ^{une} ~~552 m~~ ^{une} ~~554 m~~ ^{une} ~~556 m~~ ^{une} ~~558 m~~ ^{une} ~~560 m~~ ^{une} ~~562 m~~ ^{une} ~~564 m~~ ^{une} ~~566 m~~ ^{une} ~~568 m~~ ^{une} ~~570 m~~ ^{une} ~~572 m~~ ^{une} ~~574 m~~ ^{une} ~~576 m~~ ^{une} ~~578 m~~ ^{une} ~~580 m~~ ^{une} ~~582 m~~ ^{une} ~~584 m~~ ^{une} ~~586 m~~ ^{une} ~~588 m~~ ^{une} ~~590 m~~ ^{une} ~~592 m~~ ^{une} ~~594 m~~ ^{une} ~~596 m~~ ^{une} ~~598 m~~ ^{une} ~~600 m~~ ^{une} ~~602 m~~ ^{une} ~~604 m~~ ^{une} ~~606 m~~ ^{une} ~~608 m~~ ^{une} ~~610 m~~ ^{une} ~~612 m~~ ^{une} ~~614 m~~ ^{une} ~~616 m~~ ^{une} ~~618 m~~ ^{une} ~~620 m~~ ^{une} ~~622 m~~ ^{une} ~~624 m~~ ^{une} ~~626 m~~ ^{une} ~~628 m~~ ^{une} ~~630 m~~ ^{une} ~~632 m~~ ^{une} ~~634 m~~ ^{une} ~~636 m~~ ^{une} ~~638 m~~ ^{une} ~~640 m~~ ^{une} ~~642 m~~ ^{une} ~~644 m~~ ^{une} ~~646 m~~ ^{une} ~~648 m~~ ^{une} ~~650 m~~ ^{une} ~~652 m~~ ^{une} ~~654 m~~ ^{une} ~~656 m~~ ^{une} ~~658 m~~ ^{une} ~~660 m~~ ^{une} ~~662 m~~ ^{une} ~~664 m~~ ^{une} ~~666 m~~ ^{une} ~~668 m~~ ^{une} ~~670 m~~ ^{une} ~~672 m~~ ^{une} ~~674 m~~ ^{une} ~~676 m~~ ^{une} ~~678 m~~ ^{une} ~~680 m~~ ^{une} ~~682 m~~ ^{une} ~~684 m~~ ^{une} ~~686 m~~ ^{une} ~~688 m~~ ^{une} ~~690 m~~ ^{une} ~~692 m~~ ^{une} ~~694 m~~ ^{une} ~~696 m~~ ^{une} ~~698 m~~ ^{une} ~~700 m~~ ^{une} ~~702 m~~ ^{une} ~~704 m~~ ^{une} ~~706 m~~ ^{une} ~~708 m~~ ^{une} ~~710 m~~ ^{une} ~~712 m~~ ^{une} ~~714 m~~ ^{une} ~~716 m~~ ^{une} ~~718 m~~ ^{une} ~~720 m~~ ^{une} ~~722 m~~ ^{une} ~~724 m~~ ^{une} ~~726 m~~ ^{une} ~~728 m~~ ^{une} ~~730 m~~ ^{une} ~~732 m~~ ^{une} ~~734 m~~ ^{une} ~~736 m~~ ^{une} ~~738 m~~ ^{une} ~~740 m~~ ^{une} ~~742 m~~ ^{une} ~~744 m~~ ^{une} ~~746 m~~ ^{une} ~~748 m~~ ^{une} ~~750 m~~ ^{une} ~~752 m~~ ^{une} ~~754 m~~ ^{une} ~~756 m~~ ^{une} ~~758 m~~ ^{une} ~~760 m~~ ^{une} ~~762 m~~ ^{une} ~~764 m~~ ^{une} ~~766 m~~ ^{une} ~~768 m~~ ^{une} ~~770 m~~ ^{une} ~~772 m~~ ^{une} ~~774 m~~ ^{une} ~~776 m~~ ^{une} ~~778 m~~ ^{une} ~~780 m~~ ^{une} ~~782 m~~ ^{une} ~~784 m~~ ^{une} ~~786 m~~ ^{une} ~~788 m~~ ^{une} ~~790 m~~ ^{une} ~~792 m~~ ^{une} ~~794 m~~ ^{une} ~~796 m~~ ^{une} ~~798 m~~ ^{une} ~~800 m~~ ^{une} ~~802 m~~ ^{une} ~~804 m~~ ^{une} ~~806 m~~ ^{une} ~~808 m~~ ^{une} ~~810 m~~ ^{une} ~~812 m~~ ^{une} ~~814 m~~ ^{une} ~~816 m~~ ^{une} ~~818 m~~ ^{une} ~~820 m~~ ^{une} ~~822 m~~ ^{une} ~~824 m~~ ^{une} ~~826 m~~ ^{une} ~~828 m~~ ^{une} ~~830 m~~ ^{une} ~~832 m~~ ^{une} ~~834 m~~ ^{une} ~~836 m~~ ^{une} ~~838 m~~ ^{une} ~~840 m~~ ^{une} ~~842 m~~ ^{une} ~~844 m~~ ^{une} ~~846 m~~ ^{une} ~~848 m~~ ^{une} ~~850 m~~ ^{une} ~~852 m~~ ^{une} ~~854 m~~ ^{une} ~~856 m~~ ^{une} ~~858 m~~ ^{une} ~~860 m~~ ^{une} ~~862 m~~ ^{une} ~~864 m~~ ^{une} ~~866 m~~ ^{une} ~~868 m~~ ^{une} ~~870 m~~ ^{une} ~~872 m~~ ^{une} ~~874 m~~ ^{une} ~~876 m~~ ^{une} ~~878 m~~ ^{une} ~~880 m~~ ^{une} ~~882 m~~ ^{une} ~~884 m~~ ^{une} ~~886 m~~ ^{une} ~~888 m~~ ^{une} ~~890 m~~ ^{une} ~~892 m~~ ^{une} ~~894 m~~ ^{une} ~~896 m~~ ^{une} ~~898 m~~ ^{une} ~~900 m~~ ^{une} ~~902 m~~ ^{une} ~~904 m~~ ^{une} ~~906 m~~ ^{une} ~~908 m~~ ^{une} ~~910 m~~ ^{une} ~~912 m~~ ^{une} ~~914 m~~ ^{une} ~~916 m~~ ^{une} ~~918 m~~ ^{une} ~~920 m~~ ^{une} ~~922 m~~ ^{une} ~~924 m~~ ^{une} ~~926 m~~ ^{une} ~~928 m~~ ^{une} ~~930 m~~ ^{une} ~~932 m~~ ^{une} ~~934 m~~ ^{une} ~~936 m~~ ^{une} ~~938 m~~ ^{une} ~~940 m~~ ^{une} ~~942 m~~ ^{une} ~~944 m~~ ^{une} ~~946 m~~ ^{une} ~~948 m~~ ^{une} ~~950 m~~ ^{une} ~~952 m~~ ^{une} ~~954 m~~ ^{une} ~~956 m~~ ^{une} ~~958 m~~ ^{une} ~~960 m~~ ^{une} ~~962 m~~ ^{une} ~~964 m~~ ^{une} ~~966 m~~ ^{une} ~~968 m~~ ^{une} ~~970 m~~ ^{une} ~~972 m~~ ^{une} ~~974 m~~ ^{une} ~~976 m~~ ^{une} ~~978 m~~ ^{une} ~~980 m~~ ^{une} ~~982 m~~ ^{une} ~~984 m~~ ^{une} ~~986 m~~ ^{une} ~~988 m~~ ^{une} ~~990 m~~ ^{une} ~~992 m~~ ^{une} ~~994 m~~ ^{une} ~~996 m~~ ^{une} ~~998 m~~ ^{une} ~~1000 m~~ ^{une} ~~1002 m~~ ^{une} ~~1004 m~~ ^{une} ~~1006 m~~ ^{une} ~~1008 m~~ ^{une} ~~1010 m~~ ^{une} ~~1012 m~~ ^{une} ~~1014 m~~ ^{une} ~~1016 m~~ ^{une} ~~1018 m~~ ^{une} ~~1020 m~~ ^{une} ~~1022 m~~ ^{une} ~~1024 m~~ ^{une} ~~1026 m~~ ^{une} ~~1028 m~~ ^{une} ~~1030 m~~ ^{une} ~~1032 m~~ ^{une} ~~1034 m~~ ^{une} ~~1036 m~~ ^{une} ~~1038 m~~ ^{une} ~~1040 m~~ ^{une} ~~1042 m~~ ^{une} ~~1044 m~~ ^{une} ~~1046 m~~ ^{une} ~~1048 m~~ ^{une} ~~1050 m~~ ^{une} ~~1052 m~~ ^{une} ~~1054 m~~ ^{une} ~~1056 m~~ ^{une} ~~1058 m~~ ^{une} ~~1060 m~~ ^{une} ~~1062 m~~ ^{une} ~~1064 m~~ ^{une} ~~1066 m~~ ^{une} ~~1068 m~~ ^{une} ~~1070 m~~ ^{une} ~~1072 m~~ ^{une} ~~1074 m~~ ^{une} ~~1076 m~~ ^{une} ~~1078 m~~ ^{une} ~~1080 m~~ ^{une} ~~1082 m~~ ^{une} ~~1084 m~~ ^{une} ~~1086 m~~ ^{une} ~~1088 m~~ ^{une} ~~1090 m~~ ^{une} ~~1092 m~~ ^{une} ~~1094 m~~ ^{une} ~~1096 m~~ ^{une} ~~1098 m~~ ^{une} ~~1100 m~~ ^{une} ~~1102 m~~ ^{une} ~~1104 m~~ ^{une} ~~1106 m~~ ^{une} ~~1108 m~~ ^{une} ~~1110 m~~ ^{une} ~~1112 m~~ ^{une} ~~1114 m~~ ^{une} ~~1116 m~~ ^{une} ~~1118 m~~ ^{une} ~~1120 m~~ ^{une} ~~1122 m~~ ^{une} ~~1124 m~~ ^{une} ~~1126 m~~ ^{une} ~~1128 m~~ ^{une} ~~1130 m~~ ^{une} ~~1132 m~~ ^{une} ~~1134 m~~ ^{une} ~~1136 m~~ ^{une} ~~1138 m~~ ^{une} ~~1140 m~~ ^{une} ~~1142 m~~ ^{une} ~~1144 m~~ ^{une} ~~1146 m~~ ^{une} ~~1148 m~~ ^{une} ~~1150 m~~ ^{une} ~~1152 m~~ ^{une} ~~1154 m~~ ^{une} ~~1156 m~~ ^{une} ~~1158 m~~ ^{une} ~~1160 m~~ ^{une} ~~1162 m~~ ^{une} ~~1164 m~~ ^{une} ~~1166 m~~ ^{une} ~~1168 m~~ ^{une} ~~1170 m~~ ^{une} ~~1172 m~~ ^{une} ~~1174 m~~ ^{une} ~~1176 m~~ ^{une} ~~1178 m~~ ^{une} ~~1180 m~~ ^{une} ~~1182 m~~ ^{une} ~~1184 m~~ ^{une} ~~1186 m~~ ^{une} ~~1188 m~~ ^{une} ~~1190 m~~ ^{une} ~~1192 m~~ ^{une} ~~1194 m~~ ^{une} ~~1196 m~~ ^{une} ~~1198 m~~ ^{une} ~~1200 m~~ ^{une} ~~1202 m~~ ^{une} ~~1204 m~~ ^{une} ~~1206 m~~ ^{une} ~~1208 m~~ ^{une} ~~1210 m~~ ^{une} ~~1212 m~~ ^{une} ~~1214 m~~ ^{une} ~~1216 m~~ ^{une} ~~1218 m~~ ^{une} ~~1220 m~~ ^{une} ~~1222 m~~ ^{une} ~~1224 m~~ ^{une} ~~1226 m~~ ^{une} ~~1228 m~~ ^{une} ~~1230 m~~ ^{une} ~~1232 m~~ ^{une} ~~1234 m~~ ^{une} ~~1236 m~~ ^{une} ~~1238 m~~ ^{une} ~~1240 m~~ ^{une} ~~1242 m~~ ^{une} ~~1244 m~~ ^{une} ~~1246 m~~ ^{une} ~~1248 m~~ ^{une} ~~1250 m~~ ^{une} ~~1252 m~~ ^{une} ~~1254 m~~ ^{une} ~~1256 m~~ ^{une} ~~1258 m~~ ^{une} ~~1260 m~~ ^{une} ~~1262 m~~ ^{une} ~~1264 m~~ ^{une} ~~1266 m~~ ^{une} ~~1268 m~~ ^{une} ~~1270 m~~ ^{une} ~~1272 m~~ ^{une} ~~1274 m~~ ^{une} ~~1276 m~~ ^{une} ~~1278 m~~ ^{une} ~~1280 m~~ ^{une} ~~1282 m~~ ^{une} ~~1284 m~~ ^{une} ~~1286 m~~ ^{une} ~~1288 m~~ ^{une} ~~1290 m~~ ^{une} ~~1292 m~~ ^{une} ~~1294 m~~ ^{une} ~~1296 m~~ ^{une} ~~1298 m~~ ^{une} ~~1300 m~~ ^{une} ~~1302 m~~ ^{une} ~~1304 m~~ ^{une} ~~1306 m~~ ^{une} ~~1308 m~~ ^{une} ~~1310 m~~ ^{une} ~~1312 m~~ ^{une} ~~1314 m~~ ^{une} ~~1316 m~~ ^{une} ~~1318 m~~ ^{une} ~~1320 m~~ ^{une} ~~1322 m~~ ^{une} ~~1324 m~~ ^{une} ~~1326 m~~ ^{une} ~~1328 m~~ ^{une} ~~1330 m~~ ^{une} ~~1332 m~~ ^{une} ~~1334 m~~ ^{une} ~~1336 m~~ ^{une} ~~1338 m~~ ^{une} ~~1340 m~~ ^{une} ~~1342 m~~ ^{une} ~~1344 m~~ ^{une} ~~1346 m~~ ^{une} ~~1348 m~~ ^{une} ~~1350 m~~ ^{une} ~~1352 m~~ ^{une} ~~1354 m~~ ^{une} ~~1356 m~~ ^{une} ~~1358 m~~ ^{une} ~~1360 m~~ ^{une} ~~1362 m~~ ^{une} ~~1364 m~~ ^{une} ~~1366 m</~~

Au droit des ouvrages existants, la digue sera équipée d'une protection amont par chape de mortier (100 m environ de part et d'autre, beaucoup plus pour le Djoudj et le Gorom).

Enfin dans les rives concaves, une nouvelle surlargeur de 2,00 m de remblais assurera la protection amont.

3.2.2. En rive droite

Deux variantes ont été examinées :

- endiguement submersible

Ce projet est composé de digues submersibles discontinues, mises en place lorsque le terrain naturel se situe au-dessous de la cote + 1,75 m.

La cote d'arase des digues est fixée uniformément à + 2,50 m avec une largeur en crête de 6,00 m et des talus au fruit de 3/1, à l'exclusion d'un tronçon de 4 km sur le débouché du N° Diadier qui porterait la route prévue.

Pour assurer une bonne protection contre les **déversements** transversaux lors de certaines crues, les parements amont et aval ainsi que la crête doivent être systématiquement protégés. Il a donc été prévu une chape de mortier de ciment.

- endiguement insubmersible

Cet endiguement est continu depuis Diama jusqu'à son raccordement à la digue du casier de M° Pourié (90 km environ). Les principes de construction seront les mêmes que ceux retenus pour la réhabilitation des digues rive gauche. La largeur théorique est portée à 11 m si la digue supporte la route.

11

Il n'y a pas de route sur la digue de M° Pourié.

.../...

Minute Provisoire

4.6.

- Choix d'une variante

Les estimations (cf. paragraphes suivants) montrent que l'endiguement insubmersible est moins coûteux que l'endiguement submersible à cause du coût très élevé, par rapport au coût des remblais, des protections que ce dernier nécessite.

Il présente en outre deux autres avantages importants, car il permet de :

- supporter sur 42 km la future route de liaison Saint-Louis-Nouakchott.
- surélever sans travaux complémentaires la cote d'exploitation de plan d'eau à 2,50 m.

3.3.3. - Ouvrages de réalimentation des marigots en rive droite

Cinq ouvrages sont prévus entre Diama et Rosso pour la réalimentation des marigots du :

- . Réau
- . Qualalan
- . N'Diadier (Ouvrage de prise de l'Aftout-es-Sahel)
- . Dioup
- . Gouère

En plus de ces ouvrages, il est prévu un seuil anti-sel sur le Bell arasé à la cote + 0,50 m, et quatre ouvrages en amont de Rosso sur le tracé routier Rosso-Bogué.

.../...

. 3.4. - Routes d'accès et de liaisons

3.4.1. - Caractéristiques de base

Les routes du projet sont conçues avec les caractéristiques suivantes :

- vitesse de base : 100 km/h.
- rayon minimum : 900 m, passant exceptionnellement à 300 m
- déclivité maximale : 5,-
- profil - type : 2 bandes de 3,50 m, accotement de 2 m.

3.4.2. - Tracés (cf. plan de situation)

Les tracés adoptés, après étude de plusieurs variantes, comprennent :

- En rive gauche, la route d'accès ^{qui} démarre au PK 14,60 de la route Saint-Louis-Rosso. Elle passe ensuite au Sud de la cuvette de Makhana, franchit le Djeuss par un ouvrage (permettant le passage des pirogues), longe le Touré M'Guinor et atteint le site du barrage après un parcours de 17,5 km.

- En rive droite, la route de liaison à Nouakchott qui emprunte l'endiguement bordant le Sénégal sur 42 km, jusqu'après le passage du M'Diadier au droit de leur Macène et rejoint la route Rosso-Nouakchott après 35 km (longueur totale : 77 km). Elle met Nouakchott à 263 km de Saint-Louis.

.../...

4 - LES MODALITES DE FONCTIONNEMENT4.1. - Les caractéristiques de la retenue de Diama

Le remous provoqué par le barrage remontera jusqu'aux seuils de :

- Demet au-delà de Boghé, à pres de 400 km de Saint-Louis pour la cote 1,50 m.

- Vinding, à la naissance du Doué, à environ 500 km, de Saint-Louis pour la cote 2,50 m.

Des courbes hauteur-surface et hauteur-volume de la retenue, nous avons extrait le tableau suivant :

Cote	0	1,50 m	2,50 m
Surface (km^2)	134	236	433
Volume emmagasiné (km^3)	0	250	500

A la cote 1,50 m sont considérés comme faisant partie de la retenue :

- le Sénégal jusqu'à Boghé (PII 379)
- le Doué jusqu'à Léré Lac
- Le Diawane et le Kounni
- Le N'Galenka
- La majeure partie des marigots de l'Ile à Morfil.

.../...

4.2. - Fonctionnement en cas de crue exceptionnelle

Le barrage et ses ouvrages annexes sont conçus pour que l'écoulement des crues soit modifié le moins possible par rapport à l'état naturel.

Les conditions suivantes doivent être respectées :

- La protection du barrage contre une crue millénaire.
- La protection des digues de la retenue contre une crue centennale.

Ces deux aspects ont été étudiés à l'aide du modèle mathématique d'écoulement du fleuve et du modèle réduit du fleuve.

4.2.1. - La crue millénaire a un débit de pointe de 13.000 m³/s à Bakel. Après amortissement dans la Vallée et le Delta et compte tenu des endiguements (insubmersibles) mis en place, le débit de pointe sera de 6.600 m³/s à Diana. Les études sur modèle réduit ont montré que cette crue pourra passer à travers le barrage sans dommage même avec 6 vanes ouvertes sur 7 (l'une d'elles pouvant rester fermée accidentellement). *Aucun dommage éventuel.*

Il faut noter que les digues de raccordement du barrage aux Tound N'Guinor en rive gauche et Beret en rive droite sont insubmersibles en crue millénaire pour avoir une sécurité totale contre le contournement de l'ouvrage.

Il faut noter que les digues de raccordement du barrage aux Tound N'Guinor en rive gauche et Beret en rive droite sont insubmersibles en crue millénaire pour avoir une sécurité totale contre le contournement de l'ouvrage.

4.2.2. - La crue centennale a un maximum rehaussé par les endiguements de 0,30 m dans le Delta et 0,50 m à 0,70 m dans la Vallée, ce qui nécessite ainsi que nous l'avons signalé la reprise des ouvrages existants. Les cotes des endiguements insubmersibles ont été déterminées par les cotes maximales atteintes en chaque point caractéristique du lit (courbe enveloppe des lignes d'eau), avec une revanche de 0,95 m (les derniers 0,20 m étant une provision d'entretien) au-dessus de cette enveloppe.

.../...

On peut noter que la construction ultérieure du barrage de Manantali, dont l'un des objectifs est de transformer la crue centennale en crue décennale, devrait permettre d'abaisser les niveaux atteints (après endiguements) de 0,50 m dans le Delta et de 1 à 2 m dans la Vallée.

4.3. - Le rétablissement des inondations en rive droite et de l'assainissement des deux rives (cf plan ci-après).

4.3.1. - le rétablissement des inondations en rive droite

La submersion des pâturages habituels de décrue du Delta mauritanien et le remplissage des dépressions pourront être maintenus grâce aux ouvrages prévus entre le barrage et Rosso.

Les ouvrages (Réau, Oualalan, N'Diadior, Goup et Gouère) permettront de régler la montée du plan d'eau derrière les endiguements.

D'autres ouvrages garantiront le remplissage des principaux marigots qui à l'amont de Rosso desservent le lac R'Kiz (Garak, Sokam, Laouwaja) et le Moundi (Diawanne).

4.3.2. - Le rétablissement de l'assainissement

Le relèvement du plan d'eau sur le lit mineur du fleuve, limité localement par les endiguements, ne lui permettra plus de jouer son rôle d'émissaire naturel pour recueillir et évacuer lors de la décrue les eaux emmagasinées dans les zones environnantes ou en provenant

.../...

" 4.3.2.1. Assainissement des périmètres en bordure
du Sénégal

Les périmètres de la Basse Vallée et du Haut Delta sont dès à présent tous munis de dispositifs de reprise des eaux permettant soit de recycler les eaux de drainage et d'assainissement dans le système d'irrigation, soit de les rejeter au Fleuve. C'est le cas des périmètres existants de M'Pourié, Miança, Dagana, Richard Toll et prévus de Dézi, Garak etc...

4.3.2.2. - Assainissement de l'axe Gorom-Lampsar

Cet axe alimente directement ou indirectement de nombreux périmètres du Bas Delta : Boundoum, Thiagar, Kassak, Grande Digue, Tellel, Lampsar, Savoigne, et sert de réserve d'eau potable pour la ville de Saint-Louis.

Les eaux d'assainissement se déversent :

- soit dans le système du Lampsar soumis à une chasse annuelle en fin d'hivernage et dont le volume des réserves est suffisant pour diluer le sel et empêcher la concentration de dépasser 200 mg/l,

- soit, pour Grande Digue-Tellel et Kassak, dans un émissaire aménagé : le drain du M'Diael, qui s'écoule vers la dépression du M'Diael.

- soit dans les marigots fermés tels que le Diawol pour Thiagar.

Le Gorom aval pour le périmètre de Boundoum dont la surface est telle que l'évaporation pourrait compenser les apports dus au drainage et aux pluies, et dont le plan d'eau pourrait éventuellement être abaissé par une station d'exhaure.

4.3.2.3. - Le Parc National des oiseaux du Djoudj

Actuellement, l'ouvrage du Djoudj, par où est alimenté le grand lac pendant la crue, est reformé dès la deuxième quinzaine d'octobre et le reste jusqu'à l'arrivée de la prochaine crue. Les eaux emmagasinées s'évaporent et il n'y a pas d'autre assainissement pour le Parc.

Apparemment, le barrage de Diama ne modifiera pas la situation.

4.3.2.4. - Assainissement au Delta en rive droite

En amont de Rosso, pratiquement aucune zone n'est située au-dessous de la cote 1,50 m, à l'exception des dépressions interdunaires qui rejoignent le lac N'Nig dont le remplissage est recherché.

Entre Rosso et le N'Diadier, départ de l'Atout-es-Sahel, les deux dépressions du Gouère et du Diaou communiquent entre elles et avec la dépression des Tombos à l'Ouest au-dessus de la cote 1,50 m. Leur niveau de l'eau baisse (0,20 m par mois environ) par évaporation pour atteindre une cote voisine de 0 à partir du mois de juin, réglant ainsi les problèmes d'assainissement.

En aval du N'Diadier, les dépressions de Tombos, Diaouling, N'Réou et N'Zérifa sont en relation avec les marigots de Bell et de Tiallek, qui rejoignent directement l'estuaire du fleuve en aval de Diama. Les remontées d'eaux salées pourront être évitées par la réalisation d'un seuil anti-sel sur le Bellafrasé à la cote 0,50 m environ.

.../...

4.4. - Exploitation de la retenue

Les tableaux et graphiques ci-après présentent les résultats des calculs pour les deux cotes d'exploitation 1,50 m et 2,50 m.

Ils comprennent :

- D'une part, les ressources à l'élévation quelconque
 - les apports du fleuve, qui correspond à ceux d'une année décennale sèche, c'est-à-dire celle dont les apports sont atteints ou dépassés neuf années sur dix (probabilité 90%).
 - l'impluvium, qui correspond aux précipitations moyennes de la région, pondérées de façon égale entre les précipitations de Saint-Louis, de Richard Toll et de Podor.
 - le déstockage des eaux de la retenue, pour couvrir les différents besoins exprimés, notamment en période sèche : prélèvements pour l'irrigation et réalimentation de Guiers en particulier.

- D'autre part, les besoins :

- l'évaporation, basée sur les résultats des mesures faites à l'évaporomètre Piche par la S.A.E.D. L'évaporation sur plan d'eau est prise égale à 0,7 x Piche (SOGREAH - Rapport de Phase I § 2.1.2.). ↑ 2x en m² à la 2^e année
- les prélèvements pour l'irrigation qui constituent le maximum de ce qu'il est possible de satisfaire avec une sécurité de 9 années sur 10, compte tenu de la répartition mensuelle des besoins en eau des programmes de culture (cf. chapitre 5).

Ceci correspond à l'irrigation de :

- 42.400 hectares à la cote 1,50 m
- 75.000 hectares à la cote 2,50 m

.../...

- l'alimentation des différentes dépressions :
 - . Lac de Guiers,
 - . Aftout-es-Sahel,
 - . Lac K'K'in,
 - . Epannage en rive droite
- le remplissage de la retenue

4.4.1. - Exploitation à 1,50 IGN en année décennale sèche

Le niveau minimum dans la retenue de Diama pour les prélèvements pris en compte, tombe à - 0,06m au début juillet, ce qui est tout à fait acceptable.

Avec l'hypothèse couramment admis qu'un débit d'environ 100 m³/s (soit 260 hm³/mois) est nécessaire pour repousser la langue salée, on constate que l'intérêt primordial du barrage se manifeste de janvier à juin. Pendant cette période les volumes supplémentaires rendus disponibles et utilisables compte tenu des différents besoins exprimés sont les suivants (en hm³)

	J	F	M	A	M	J	TOTAL
Besoins Totaux	112,2	150	137,2	124,1	78,4	88,9	698,8
Ressources disponibles sans Diama = Apport décennale sèche - 260	59,1	0	0	0	0	0	59,1
Volumes supplém. disponibles utilisables avec Diama	53,1	150	137,2	124,1	78,4	88,9	639,7

Soit environ 640 millions de m³.

.../...

Ces volumes permettent :

- d'améliorer le remplissage du lac de Guiers, en assurant sa réalimentation pendant les mois de janvier et février, ce que nécessite son exploitation,

- de garantir l'irrigation en contre-saison de 42.400 ha (60% des surfaces réellement irriguées).

L'intérêt du barrage pendant l'hivernage, s'il est moins marqué, compte tenu de l'importance des apports du fleuve, existe cependant. Outre la modification sur les hauteurs de pompage, cet intérêt correspond sensiblement au débit nécessaire pour repousser la langue salée. Les volumes correspondants (260 millions de m³ pendant les mois de juillet à décembre, soit 1.560 millions) améliorent le remplissage des grandes dépressions (lac de Guiers, lac R'Kiz, Aftout-es-Sahel et les épandages en rive Droite) notamment pendant les années sèches.

4.4.2. - Exploitation à 2,50 IGN en année décennale sèche

Le niveau minimum dans la retenue de Diana, pour les prélèvements pris en compte, tombe à 0 au début juillet.

Pour la sécurité du barrage, le niveau du plan d'eau est d'abord maintenu à la cote 1,50 lors de l'arrivée de la crue, jusqu'au début novembre et porté alors à 2,50 (En cas de crue moyenne ou supérieure à la moyenne, le remplissage définitif sera encore plus tardif, soit la première quinzaine de décembre ou même encore ultérieurement).

Sur les mêmes bases de calcul que précédemment, on constate que l'effet principal du barrage se situe de décembre à fin juin. Les volumes supplémentaires rendus disponibles et utilisables compte tenu des différents ^{besoins} exprimés sont les suivants en hm³) :

.../...

	D	J	F	M	L	M	J	TOTAL
Besoins totaux	355,5	121,9	201,5	230,5	211,2	124,0	141,4	1394,3
Réserves disponibles sans Diana = Apport décennale scène - 260	304,1	59,2	0	0	0	0	0	363,3
Volumes supplément. disponibles utilisables avec Diana	51,4	62,7	201,5	230,5	211,2	124	141,4	1031

Soit environ 1030 millions de m³

Ces volumes permettent :

- d'améliorer le remplissage de Guiers et de l'Atout en décembre.
- de garantir l'irrigation en contre-saison de 75.000 ha (60% des surfaces réellement irriguées).

Pendant l'hivernage, pour les mois de juillet à novembre (soit $260 \times 5 = 1.300$ millions de m³ supplémentaires), l'effet du barrage est analogue à celui décrit dans le paragraphe précédent.

.../...

REVENUE DE DEBALL.

Exploitation à la cote 1,50 m IGN - Année décennale sèche

Bilan en Volumes (millions de m³)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
RESSOURCES													
- APPORTS FLEUVE	319	162	94	39	13	22	1125	2250	4060	3940	1100	563	13.767,0
- PRECIPITATION	0,1	0,3	0,1	0	0,2	1,7	13,2	31,7	20,5	6,1	0,4	0,5	75,0
- DESTOCKAGE DEBALL.	-	-	43,1	25,1	65,2	65,2	-	-	-	94,0	10,0	-	363,0
- TOTAL RESSOURCES (1)	319,1	162,3	137,2	124,1	78,4	89,9	1138,2	2281,7	4080,6	4040,7	1190,0	563,6	14.205,0
BESOINS													
- EVAPORATION	33,5	32,2	39,7	30,8	27,5	21,1	30,1	22,0	19,5	25,1	27,5	32,7	242,6
- IRRIGATION	33,9	30,6	97,5	93,3	50,3	67,0	150,2	135,7	101,7	59,4	42,4	29,7	903,2
- ALIM. GUIERS	44,7	45,2	-	-	-	-	117,7	226,0	254,0	111,5	-	-	800,0
- ALIM. APPOINT	-	-	-	-	-	-	47,3	147,2	126,1	107,7	94,6	37,1	610,0
- ALIM. RINIS	-	-	-	-	-	-	-	52,6	110,3	39,1	-	-	210,0
- EPANDAGE R.D.	-	-	-	-	-	-	-	130,0	130,0	-	-	-	260,0
- STOCKAGE DEBALL.	-	-	-	-	-	-	251,00	52,5	52,5	-	-	-	363,0
- TOTAL BESOINS (2)	112,2	158,0	137,2	124,1	78,4	88,9	563,90	766,9	503,2	342,0	164,5	149,5	3.409,6
BILAN (1) - (2)	206,9	4,3	-	-	-	-	574,3	1514,8	3277,4	3698,9	1025,5	414,1	10.716,2
COTE PLAN D'EAU DEBALL.													
COTE PLAN D'EAU DEBALL.	1,50	1,50	1,50	1,30	0,05	0,40	-0,05	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
COTE PLAN D'EAU RICHARD TOLL													
RICHARD TOLL	1,50	1,50	1,50	1,30	0,05	0,40	-0,05	1,50	1,50	2,22	1,60	1,50	1,50

Minute Provisoire

JUSTIFICATION DE DÉPENSE

Exploitation à la cote 2,50 m IGM - Année décennale sèche

Bilan en volume (millions de m³)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
RESSOURCES													
APPORTS DU FLEUVE	310	162	94	39	13	22	125	2250	4060	3940	1110	553	13.767,0
PLUVIUM	0,2	0,6	0,1	0	0,3	1,7	10,2	31,7	20,6	6,1	0,0	1,1	76,4
destockage DE LA	-	39,2	144,4	172,2	110,7	117,7	-	-	-	54,1	10,5	-	609,4
TOTAL RESSOURCES (1)	310,2	201,8	238,5	211,2	124,0	141,4	135,2	2281,7	4080,6	4040,7	1.91,4	564,1	14.532,0
BESOINS													
ÉVAPORATION	61,0	59,5	65,0	40,2	34,0	21,4	30,1	22,0	19,5	25,1	50,7	50,2	497,2
IRRIGATION	50,0	142,5	172,5	165,0	90,0	120,0	135,0	240,0	100,0	105,0	75,0	52,5	1.597,5
ALIM. GÉNÉRAL							107,2	225,0	256,9	110,9	179,6	155,0	935,0
ALIM. APPROVE							47,3	147,2	126,1	107,8	94,5	67,0	610,0
ALIM. RIZ							-	52,5	110,3	39,1	-	-	210,0
DEVIDAGE C.D.							-	150,0	130,0	-	-	-	280,0
STOCKAGE DÉPENSE							249,2	52,5	52,5	-	335	-	609,4
TOTAL BESOINS (2)	121,0	201,0	237,5	211,2	124,0	141,4	621,4	771,2	501,4	377,9	534,8	355,5	4.799,1
BILAN (1) (2)	189,2	-	-	-	-	-	513,8	1510,5	3579,2	3662,8	1376,6	208,6	9.732,9
COTE PLAN D'EAU A													
DÉPENSE	2,50	2,50	2,42	2,02	1,40	0,32	0,00	1,50	1,50	1,50	1,50	2,50	2,50
A. RICHARD TOLL	2,50	2,50	2,42	2,02	1,40	0,32	0,00	1,50	1,90	2,22	1,50	1,50	2,50

5 - COUT D'INVESTISSEMENT ET CALENDRIER D'EXECUTION5.1. - Coût d'investissement

Les estimations des différents ouvrages, dont on trouvera le détail en annexe, ont été faites en Francs CFA et hors taxes, aux conditions économiques de fin 1976.

Ces estimations comprennent :

- les installations de chantier
 - . Installations principales sur le site du barrage 10%
 - . Installations secondaires pour les routes et les digues 3%
- Les études pendant la réalisation et le contrôle des travaux : 7,5%
- Des imprévus et divers 20%.

La récapitulation des investissements est la suivante :

Ouvrages	Coût hors taxes (Millions F CFA) Base fin 1976
<u>Site Principal</u>	
- Barrage mobile	
. Génie Civil	6.602
. Equipement électromécanique	1.915
- Ecluse (25 x 190)*	
. Génie Civil	5.203
. Equipement électromécanique	827
- Digue de bouchure	2.683
<u>Endiguements</u>	
- Réhabilitation rive gauche	1.884
- Rive droite (digues insubmersibles)	4.203
- Ouvrages de réalimentation R.D.	34
<u>Routes</u>	
- Route d'accès rive gauche	1.305
- Liaison rive droite (y compris supplément endiguement R.D.)	5.233
TOTAL	32.744

* En supposant un prix identique, pour ces dimensions, à celle actuellement étudiée.

5.2. - Calendrier de réalisation des travaux

Le planning prévisionnel des différentes phases du chantier (Installations de chantier, échéancier de chaque ouvrage, approvisionnement en équipements,...) sera arrêté définitivement dans le cadre de la phase II des études d'exécution confiées par l'OMVS au Groupement d'Ingénieurs-Conseils SOGEM. COYNE & BELLIER - BCEOL.

Après consultation de ce groupement, et discussions avec l'OMVS, l'échéancier suivant a été retenu pour le présent dossier :

- Démarrage des travaux fin 1978, avec pour cette année là, la réalisation des installations de chantier.

- La route d'accès Rive Gauche : saison sèche 1978/79. 1978/79.

- Le Génie Civil du barrage mobile et de l'écluse : trois saisons sèches 1978/79, 1979/80 et 1980/81.

- la mise en place des équipements électromécaniques du barrage et de l'écluse : la saison sèche 1981/82.

- la digue de bouchure : saison sèche 1981/82.

- les réalisations des ouvrages de réalimentation rive droite : saison sèche 1979/80.

- les endiguements rives droite et gauche, la route rive droite : trois saisons sèches 1979/80, 1980/81 et 1981/82

.../...

PLANNING DES TRAVAUX					
OUVRAGES	1978	1979	1980	1981	1982
Installations de chantier	---				
Route d'accès Rive Gauche		---			
Génie Civil barrage		---	---	---	
Génie Civil écluse		---	---	---	
Electromécanique barrage			---	---	---
Electromécanique écluse			---	---	---
Ouvrages de réalimentat. Rive Droite		---	---	---	
Endiguement R.D. et R.G.			---	---	---
Route R.D.			---	---	---
Digue de bouchure			---	---	---

Sur la base de ce planning, et en différenciant les parties fournitures et mise en place du matériel (palplanches, électromécanique notamment), on obtient les dépenses annuelles suivantes : (en millions de F CFA, valeur fin 1976)

Années	Coût total hors taxes	Devises	Monnaie locale
1978	2.300	2.409	391
1979	5.267	5.362	905
1980	7.500	7.570	1.202
1981	9.007	7.872	1.135
1982	5.790	5.122	668
TOTAL	32.744	23.443	4.301

.../...

5 - CHARGES ANNUELLES D'ENTRETIEN ET DE FONCTIONNEMENT DES OUVRAGES

Les charges annuelles occasionnées par le projet - à l'exclusion des frais de renouvellement de l'appareillage électromécanique du barrage, et de l'écluse, ainsi que de la ventellerie des ouvrages de réalimentation rive droite - ont les valeurs suivantes

Barrage	- Génie Civil	0,20% du coût de l'invest.
	- Electromécanique	3%
Ecluse	- Génie Civil	0,2%
	- Electromécanique	3%
Digue de bouclure		0,2%
Endiguements		1,5%
Routes (accès R.G. et R.D.)		3%
Ouvrages R.D. (70% Génie Civil 30% ventellerie)		1%

Ces pourcentages comprennent tous les frais de gestion (salaires, logements, véhicules, énergie, ...) et d'entretien (atelier, ...).

Les charges annuelles s'élèvent à :

Ouvrages	Investissements Millions F CFA	Charges annuelles	
		%	Total Millions F CFA
Route d'accès R.G.	1.305	3	39,2
Barrage . Génie Civil	1.662	0,2	17,2
. Electromécanique	1.915	3	57,5
Ecluse . Génie Civil	5.203	0,2	10,4
. Electromécanique	627	3	24,3
Digue de bouclure	2.635	0,2	5,4
Endiguements	6.057	1,5	91,3
Ouvrages de réalimentation	834	1	8,3
Route R.D.	5.253	3	158,5
TOTAL	32.744		412,6

Soit 413 Millions de F CFA environ, ce qui correspond globalement à 1,3% de l'investissement initial.

Non compris la route, les dépenses annuelles sont de l'ordre de 255 millions (moins de 1/3 des investissements).

A ces charges annuelles d'entretien, il convient d'ajouter des charges de renouvellement pour l'ensemble de la ventellerie. Les hypothèses suivantes ont été prises :

- Renouvellement tous les 15 ans pour le matériel électromécanique de l'écluse et du barrage mobile, et des ouvrages de réalimentation.

5 - LES AMENAGEMENTS HYDRO AGRICOLES

5.1. - Les aménagements fonciers

Les aménagements de Périmètres agricoles doivent satisfaire à 5 fonctions bien précises.

- Protection contre les crues
- Alimentation et répartition de l'eau
- Découpage des périmètres en parcelles nivelées permettant une bonne répartition de l'eau
- Assainissement et drainage
- Implantation des infrastructures d'exploitation.

La protection contre les crues est assurée pour un endiguement périphérique. Cette contrainte sera maintenue tant que la totale régularisation du fleuve ne sera pas assurée ce qui ne peut être envisagé qu'à très long terme. Il convient de noter que certaines zones comme la rive gauche du delta sont déjà dotés de telles digues de protection, *ainsi que tous les périmètres de la vallée*

Ces digues sont constitués par des matériaux prélevés sur place et compactés par couche. La largeur type en crête est de 3,5 m et les talus sont établis à 3 m de base pour 1 m de hauteur côté fleuve ou marigot et à 3 m de base pour 2 m de hauteur côté périmètre protégé.

La cote d'arrasement de la digue est établie en fonction de la cote du fleuve dans une hypothèse de crue de fréquence centennale. La hauteur de la digue est donc fonction de la cote du terrain naturel et de sa situation plus ou moins en amont dans la Vallée.

*non elle est fixée et établie à Nianga,
Saguna ...*

L'implantation des digues de protection requièrè une étude soignée pour profiter au maximum des bourrelets de berges et des zones les plus hautes du terrain naturel.

L'alimentation en eau est assurée dans tous les cas par une ou plusieurs stations de pompage. En effet la pente naturelle de la Vallée ne permet pas d'effectuer l'alimentation en eau par une dérivation gravitaire en amont. L'étude économique dans ~~chaque~~ chaque cas particulier permet de déterminer le nombre des stations de pompage et s'il y a lieu de réaliser un ou plusieurs étiages de pompage.

Une étude effectuée dans le cadre des aménagements possibles à partir de Manantali a estimé que les hauteurs des refoulements seraient les suivantes pendant la crue

de Boghé (PK 300) à Mafou (PK 330)	:	9,3 m
de Mafou (PK 330) à Podor (PK 265)	:	8,3 m
Aval de Podor (PK 265)	:	6,6 m

Ces hauteurs de refoulement ont été déterminées en admettant 1 m de pente de charge dans les canaux de distribution ce qui paraît un peu faible. Nous retiendrons donc le chiffre de 9 m par le pompage y compris le pompage pour l'évacuation des eaux de drainage ou d'assainissement lorsque cela est nécessaire et compte tenu du fait que certaines eaux de drainage sont recyclées dans le réseau d'irrigation.

La distribution de l'eau jusqu'aux parcelles s'effectue par des canaux non revêtus donc au moindre coût. Cette conception permet dans certains cas (petits périmètres villageois) de faire réaliser les canaux avec le concours de la main-d'oeuvre paysanne locale.

* une démonstration en amont permet de vérifier la possibilité de réaliser les canaux avec le concours de la main-d'oeuvre paysanne locale.

.../...

Les seuls ouvrages de Génie Civil sont constitués par des franchissements de chemins et par les ouvrages de régulation (vannes de régulation des niveaux et modules de régulation des débits).

La maille hydraulique est de 30 à 50 m correspondant à des débits de l'ordre de 50 à 90 litres par seconde.

Le mode de prélèvement de l'eau à la parcelle ne semble pas jusqu'à maintenant ^{avoir fait} l'objet d'études complètes. Il s'agit pourtant d'un problème essentiel pour éviter des charges de pompage inutile. *de nos jours*

L'aménagement à la parcelle a évolué depuis quelques années. Les premiers aménagements de parcelles n'ont été réalisés qu'avec un planage approximatif ce qui a conduit à des difficultés pour les cultures à arrosage périodique comme le blé (zones insuffisamment arrosées et zones avec excès d'eau) et aussi pour les cultures du riz avec une hauteur d'eau excessive, *ce qui empêche l'implantation*

de certains types de riz à haut rendement

Le point capital pour l'aménagement à la parcelle est donc la qualité du planage qui doit être effectué avec la précision du centimètre. *la précision du centimètre est indispensable pour éviter les problèmes de répartition de l'eau*

La technique du planage en touches de piano et la confection de bourrelets en terre reconstitués avant chaque culture permet de trouver un équilibre entre les impératifs de minimisation des coûts de terrassement, de bonne répartition de l'eau à la parcelle et des contraintes de la culture mécanisée.

L'assainissement est le complément indispensable de l'irrigation. Différentes techniques ont été expérimentées. Actuellement la construction d'un réseau de fossés d'assainissement séparés du réseau d'irrigation est la solution la plus généralement adoptée. L'évacuation des eaux se fait selon trois modes, soit ^{directement dans} les marigots, soit par pompage vers les marigots avec parfois un recyclage des eaux dans les canaux d'irrigation, soit vers des mares aménagées ou naturelles dans les dépressions. Cette dernière méthode est actuellement envisagée en liaison avec une exploitation piscicole de ces mares.

L'assainissement par drains n'est le plus souvent retenu que dans les zones où se manifestent des problèmes de salure (cas du périmètre du Delta). ^{↑ à l'origine on envisageait une solution à l'extérieur}

Les aménagements hydro-agricoles sont complétés par des installations d'infrastructure portant sur la voirie, l'alimentation en eau potable et en énergie ; bâtiments nécessaires pour l'entretien du matériel agricole, il est également prévu les besoins de l'exploitation et de l'administration et les logements du personnel d'encadrement.

5.2. - Le Matériel Agricole

Les besoins en matériel agricole sont fonction de la politique de mécanisation adoptée et des cultures pratiquées. Actuellement deux voies sont poursuivies. L'une concernant les aménagements de périmètres villageois pour lesquels la mécanisation est très faible. L'essentiel du travail est prévu en culture attelée ou manuelle. L'autre concernant les aménagements de grands périmètres pour lesquels une importante partie des façons culturales est prévue avec mécanisation.

Mais dans l'esprit même des promoteurs des aménagements villageois le rôle de ceux-ci est d'assurer une production de subsistance mais aussi de former le paysannat aux techniques culturales et à la gestion directe de leurs propres aménagements.

Leur développement en superficie est donc limité. Dans ces conditions, nous baserons les besoins en matériel agricole sur l'hypothèse suivante qui semble actuellement la plus plausible.

- Les travaux du sol sont effectués mécaniquement ainsi que les semis qui sont soumis à des calendriers assez impératifs et qui portent sur de grandes superficies (riz et blé).

.../...

- Les travaux d'épandage des engrais, de traitements phytosanitaires, le semis autres que le riz et le blé, les récoltes sont effectués manuellement ou en culture attelée dans quelques cas.

Sur les bases de cette politique et compte tenu des spéculations envisagées, le matériel agricole suivant a été retenu :

l'Agence d'Equipe pour l'Agriculture ?

1 Tracteur à chenilles de 60 - 90 CV	pour 180 ha
1 charrue lourde	pour 470 ha
1 offset lourd	pour 310 ha
1 cultipactor	pour 560 ha
1 tracteur à roues de 45 CV avec le matériel d'accompa- gnement	pour 1480 ha
1 tracteur à roues 60 CV	pour 225 ha
1 cover crop	pour 450 ha
1 billonneuse	pour 2400 ha
1 semoir	pour 550 ha
1 matériel divers	pour 450 ha
1 batteuse fixe	pour 220 ha.

Un tel matériel ne peut répondre aux besoins que dans le cadre d'une organisation collective qui est maintenant en place (SABD et SOLADER) ou en cours de mise en place tels que la CUMA (Coopérative d'utilisation de Matériel Agricole).

Il faut noter que l'importance du matériel est conditionné en grande partie par les besoins en façons culturales de juin et juillet correspondants à la mise en place du riz et des céréales d'hivernage.

Il en résulte que les besoins en matériel agricole sont du même ordre de grandeur en simple culture et en double culture. La double culture n'entraîne donc qu'une majoration des charges de fonctionnement et d'amortissement de ce matériel et non d'investissement en matériel.

5.3. - L'encadrement

La condition par une utilisation efficace des aménagements est la mise en place d'un personnel qualifié d'encadrement en attendant que le paysannat puisse prendre en main directement l'exploitation des aménagements. Cet encadrement doit également guider le paysannat sur le plan agronomique.

Sur la base des projets en cours d'étude ou en instance d'exécution les besoins en personnel d'encadrement sont les suivants.

Pour 2.000 ha nets Aménagés

- Personnel d'encadrement : Niveau Ingénieur ou Ingénieur de Travaux Agricoles.....	11
- Personnel de Maîtrise : Niveau Brevet de Technicien Supérieur ou assimilé.....	37
- Personnel Qualifié Administratif ou d'exploitation :.....	17
- Nombre de véhicules automobiles.....	12

Bien qu'une grande partie de cet encadrement doive à terme (plus ou moins lointain) ne plus être nécessaire, nous avons maintenu les charges correspondantes par mesure de sécurité.

Enfin l'assistance technique a été prise en compte à raison de 2 expatriés pour 3000 ha pendant 3 ans.

5.4. - Montant des investissements par hectare

Le montant des investissements correspondent au mode d'aménagement hydro-agricole défini précédemment et aux cultures prévues est le suivant :

En valeur 1976 Hors taxes par hectare net aménagé

(Main-d'oeuvre paysanne non comprise)
(Etudes comprises) en F CFA

Digue	90.000
Réseau d'irrigation et infrastructure	
Terrassements : 390.000	
Génie Civil : <u>130.000</u>	520.000
Station de pompage et Matériel Hydromécanique	
Génie Civil : 52.000	
Matériel Hydro-mécanique: <u>70.000</u>	130.000
Planage des parcelles	100.000
Batiments	50.000
Véhicules Automobiles	0.000
Matériel Agricole	<u>90.500</u>
	900.500 F CFA/ha

Ces investissements résultent des prévisions à court et moyen terme de la SAED.

Pour les périmètres mauritaniens les coûts actuels seraient de 10 à 65% supérieurs d'après un rapport FAO/BANQUE MONDIALE de 1976 sur le Projet Gorgol. Nos propres informations confirment largement cette situation.

.../...

Les autorités mauritaniennes et la SONADER nous ont confirmé que cette situation faisait l'objet actuellement de leurs préoccupations. En particulier la mise en place de la SONADER devrait contribuer à ramener les coûts d'investissements à un niveau plus normal.

Dans ces conditions nous avons retenu les mêmes coûts d'investissements pour les deux rives du fleuve, nous réservant de montrer dans l'étude de sensibilité l'incidence qu'aurait sur la rentabilité, le maintien de la situation actuelle.

5.5. - Les cultures prévues

L'étude faite par SOGREAH dans le cadre des prévisions de besoins en eau du dossier de phase I a retenu des superficies de cultures conduisant à un hectare type composé comme suit pour l'année 1982, donc à la mise en eau de Diamana.

Superficies cultivées sur 1 ha aménagé
(en hectare)

Riz	0,74		
Blé	0,10		
Maïs	0,08	dont : Non cultivé	0,10
Sorgho	0,07	Hivernage	0,70
Polyculture	0,03	Contre Saison	0,37
Tomates	0,05	cult. permanentes	0,10
Fourrages	0,05		
Canne à sucre	0,05		
	<u>1,17</u>	L'intensité culturale est	de 1,17.

.../...

Dans l'étude faite pour le barrage de Manantali, l'hectare type comprend des spéculations culturelles réparties différemment, ce qui paraît normal puisque l'objet de l'étude portait sur l'ensemble de la Vallée du Sénégal.

La répartition des cultures est la suivante dans cette étude :

Non cultivé	0,009	L'intensité culturelle
Hivernage	0,819	est de 1,615.
Contre saison	0,624	
Cultures permanentes	0,172	

A partir de ces deux études on peut envisager la composition d'un hectare type partant de l'étude Sogréah pour la répartition et tendant vers une intensité culturelle proche de celle de l'étude de Manantali.

Pour base de cette composition de l'hectare type, nous retiendrons les principes suivants :

- Le développement de la double culture peut se faire actuellement le plus facilement par la culture du riz dont la maîtrise culturelle sur de grandes surfaces est suffisamment avancée.

- Les responsables MauritanienS apportent la plus grande attention au développement de l'élevage qui constitue pour ce pays une ressource capitale.

- La proportion prévue pour la culture de la tomate n'est pas assurée lorsque l'hectare type représente une superficie importante? Une légère régression en valeur relative de cette culture peut être retenue (sur développement en superficie absolue restant important).

.../...

- La part affectée à la polyculture et à la canne à sucre peut être diminuée par prudence. Ceci n'implique évidemment pas que l'étude détaillée des projets d'aménagement ne leur accorde pas une place importante qui contribuerait à améliorer la rentabilité de l'ensemble des aménagements.

- L'intensité culturale au niveau de la prévision sur de grandes surfaces peut être limitée à 1,50 ~~h~~ pour tenir compte des difficultés pratiques en culture mécanisée de réaliser sans suréquipement en matériel une succession de cultures ayant des calendriers de mise en place assez impératif.

- Pour des raisons semblables, la superficie cultivée en hivernage sera maintenue à 90%.

Dans ces conditions l'hectare type retenu est le suivant pour 1 hectare Net équipé :

		<u>en hectares</u>		<u>Superficie par type de culture</u>		
	Non cultivé	0,10				
	Cultures fourragères permanentes	0,10				
	Cultures d'hivernage					% des surfaces cultivées
	Riz, cycle actuel	0,35	Riz	1,08		72%
	Riz, cycle avancé	0,35	Blé	0,10		6,7%
	Maïs	0,05	Maïs	0,03		5,3%
	Sorgho	0,05	Sorgho	0,07		4,5%
		0,50		1,33		88,6%
	Cultures de Contre Saison					
	Riz	0,30	Tomates	0,04		2,7%
	Blé	0,10	Polyculture	0,03		2,0%
	Maïs	0,03		0,07		4,7%
	Sorgho	0,02				
(pour la conserverie)	Tomates	0,03	Fourrages	0,10		6,7%
	Polyculture	0,04				
		0,60				
				1,50		100%

.../...

5.6. Les Besoins en eau

Les besoins en eau par culture ont été déterminés à partir de l'étude effectuée par SOGREAH dans l'étude de phase I du barrage de Diama. Toutefois pour ces cultures fourragères on a adopté des besoins en eau correspondant à une culture permanente sur l'année (type pennisetum) Avec une efficacité de la distribution de 0,75 les besoins en eau pour l'hectare type sont de 21.300 m³ par an, le mois le plus chargé étant le mois d'août avec des besoins de 3.200 m³ par hectare type.

5.7. - Les rendements attendus

Pour le riz le rendement objectif a été basé sur les résultats de la campagne 1976 obtenus en Mauritanie et au Sénégal. Toutefois pour la zone du Delta sénégalais le rendement moyen a été porté de 3,1 tonnes de paddy à l'hectare à 3,5 tonnes à l'hectare. En effet les aménagements de drainage et la double culture permettent d'obtenir une amélioration des rendements sur les sols salés.

Pour les cultures suivantes les rendements retenus sont ceux du programme à court et moyen terme de la SAED.

Maïs	4 tonnes par hectare
Sorgho	3 tonnes par hectare
Tomates	30 tonnes " "
Blé	3,5 tonnes " "

Pour la polyculture nous avons retenu la même estimation que pour la tomate.

Enfin pour les cultures fourragères nous avons retenu 140 tonnes à l'hectare, sensiblement inférieur aux 150 tonnes à l'hectare prévues par la SAED.

.../...

5.8. - Disponibilités Fourragères

Les disponibilités fourragères de l'hectare type proviennent principalement de la production fourragère (sorgho fourrager, pennisetum etc...) et de la paille de riz. On a négligé les pailles de blé de maïs et de sorgho. Les issues d'usinage du riz ayant été déduits du court de l'usinage, il n'en a pas été tenu compte dans le bilan fourrager.

Par hectare type on dispose de 3.150 Unités Fourragères et de 102 kg de matière azotée digestible. En reprenant les éléments de l'étude sur l'élevage dans le Delta et la Basse Vallée du Sénégal effectués en 1976, cette disponibilité fourragère permet l'embouche de 5 bovins en n'utilisant que 40% de la paille de riz.

Cette hypothèse est basée sur la complémentarité de la zone du fleuve (zone d'embouche) et de l'arrière pays. L'embouche sur une période de 90 jours permet de gagner 50 kg de poids vif par animal soit au total 250 kg de poids vif par hectare.

5.9. - Les charges de Production

Les charges de production comprennent :

- le coût des approvisionnements
- le coût des interventions mécanisées (y compris les salaires, l'entretien, le l'amortissement et les charges de fonctionnement)
- le coût du pompage (y compris la main-d'oeuvre, l'entretien, l'amortissement et les charges de fonctionnement)
- le coût de l'entretien du fonctionnement et de l'amortissement des aménagements fonciers
- le coût de l'encadrement (y compris l'entretien, le fonctionnement et l'amortissement des véhicules automobiles.)

Par hectare types ces charges de production sont les suivantes :

- Approvisionnements :	70.800 F CFA/ha
- Interventions mécanisées	49.800 F CFA/ha
- Pompage (2,5 F CFA/m ³)	53.500 - " -
- Entretien des aménagements fonciers	19.200 - " -
- Encadrement	26.600 - " -

219.900 F CFA/ha

(hors Taxes en Valeur 1976)

5.10. - Valeur économique de la Production

La valeur économique de la Production a été basée sur les valeurs de substitution pour les céréales. Pour les tomates la polyculture et le kilogramme vif de bovin, nous avons retenu les prix actuels :

Riz (paddy)	53,2 F CFA/kg
Blé	51,9 F CFA/kg
Maïs	55,1 - " -
Sorgho	40,3 - " -
Tomates	15 - " -
Polycultures	23 - " -
Viande Bovine	130 - " - vif avant embouche
	160 - " - vif après embouche.

La valeur économique de la production d'un hectare est donc la suivante à plein production :

Produit Brut Végétal	:	353.000 F CFA/ha
Produit Brut Animal	:	76.000
		<hr/>
		214.500 F CFA/ha.

.../...

Il convient pour trouver le produit net additionnel d'évaluer le coût de la main-d'oeuvre paysanne au coût d'opportunité.

Celui-ci peut être évalué par les valeur de la production agricole net que cette main d'oeuvre aurait obtenue en l'absence des aménagements.

Dans la zone considérée les cultures de décrue représentent environ 35.000 ha d'après l'étude de la SEDES faite en 1976

En supposant que les aménagements agricoles sont situés entièrement sur ces 35.000 ha. la mise en valeur d'un hectare supprime donc environ 0,5 ha de décrue. Les rendements admis pour ce type de cultures sont de 0,5 tonnes/an de sorgho. En estimant à 0,1 tonne/ha les coûts d'approvisionnement (semence, engrais) les cultures de décrue ont un produit net de 0,4 tonnes/ha de sorgho soit 0,2 tonnes/ha.

A 48,8 F CFA/kg la perte est de 9.300 F CFA par hectare aménagé.

Le produit net par hectare est donc de :

Produit brut	434.500
moins charges de production	219.900
moins pertes des cultures de décrue	<u>9.300</u>
	204.300 F CFA/ha.

Pour déterminer le nombre des investissements par hectare il faut tenir compte d'un fond de roulement dont le montant maximum couvrirait les charges de production d'une année. En fait on doit tenir compte que la double culture étale sur l'année les rentrées de produits bruts. On peut donc limiter à 70% le fond de roulement maximum le fond de roulement nécessaire soit 154.000 F CFA.

Le montant des investissements par hectare

Investissements par hectare	988.500
Fond de Roulement	<u>154.000</u>
Total Investissements	1.142.500 F CFA/ha.

RECAPITULATION POUR UN HECTARE TYPE A PLEINE PRODUCTION

(Lors Taxes en Valeur 1976)

INVESTISSEMENTS :

- Digue	90.000
- Réseau d'irrigation et Infrastructures	520.000
- Station de pompage et Matériel Hydro-Mécanique	130.000
- Planage	100.000
- Batiments	50.000
- Véhicules	0.000
- Matériel Agricole	90.500
	<u>980.500</u>
- Fond de Roulement	154.000
	<u>=====</u>

TOTAL INVESTISSEMENTS

1.142.500 CFA/ha

CHARGES DE PRODUCTION

- Approvisionnement	70.000
- Interventions mécanisées	49.000
- Pompage	53.500
- Charges des Aménagements fonciers	19.200
- Encadrement	26.600
	<u>=====</u>

CHARGES TOTALES

219.900 - " -

VALEUR ECONOMIQUE DE LA PRODUCTION

- Produit Brut Végétal	358.500
- Produit Brut Animal	76.000
	<u>=====</u>

PRODUIT BRUT TOTAL

434.500 - " -

PERTE NETTE DE CULTURES DE DECRUE

9.800 - " -

PRODUIT NET ADDITIONNEL

204.300 - " -

EVOLUTION DE LA PRODUCTION AGRICOLE6.1. - Rythme de Développement

Le développement de la production agricole ne peut pas atteindre son niveau maximum dès le début de la mise en exploitation. Il y a donc lieu de prévoir une mise en exploitation progressive ainsi qu'une modulation des rendements.

Pour l'hectare type cette progression a été étalée sur 4 années de la façon suivante :

Rythme de développement de l'hectare type

	1ère année d'exploitat.	2ème année	3ème année	4ème année
Superficies cult.	0,70 ha	0,96 ha	1,24 ha	1,50 ha
Rendements en (tonnes par ha)				
Riz	3,2	3,5	4,3	4,7
Blé	2,5	2,9	3,2	3,5
Maïs	3	3,3	3,7	4,0
Sorgho	2	2,4	2,7	3,0
Tomates	15	20	25	30
Polyculture	0	15	25	30
Fourrages	90	110	130	140
Capacité d'embouche en nombre de bovins	2	3	4	5

Par contre on a considéré que le personnel d'encadrement et d'assistance technique seraient en place un an avant la 1ère année d'exploitation.

.../...

Il en est de même pour les investissements en véhicules et en matériel agricole que l'on a entièrement prévus un an avant la 1ère année d'exploitation.

6.2. - Période transitoire avant la mise en service de DIAMA

Pour les 9.900 hectares de superficie actuellement équipés nous n'avons pris en compte que le supplément de production et de charges par rapport à la situation actuelle.

Pour les 25.900 hectares à réaliser entre 1977 et 1981, nous avons tenu compte que pendant cette période la double culture ne serait pratiquement pas possible par suite du manque d'eau ; l'évolution vers la double culture se faisant progressivement à partir de 1982.

6.3. - Production agricole en régime de croisière

L'étalement des aménagements et le rythme de développement adoptés conduisent à prévoir que la première année de pleine production des 75.000 hectares du programme lié à DIAMA serait l'année 1995. C'est dire 20 ans après le début du programme.

En prenant comme base de comparaison le potentiel actuel de production agricole et compte tenu de la regression des cultures de décrue l'évolution de la production agricole, serait la suivante :

.../...

Production Potentielle Actuelle sur 9.900 ha (atteinte vers 1979 - 1980)		Production supplémentaire prévue (en 1995)
En volume (milliers de tonnes)		En volume (milliers de tonnes)
PADDY	33 (22 de riz blanc)	+ 330 (220 de riz blanc)
BLE	3	+ 23
MAÏS	2	+ 22
SORGHO	20	- 5 (du à la diminution des cultures de décrue)
	<hr/>	<hr/>
	céréales 47	+ céréales 260
TOMATE	12	+ 70
POLYCLTURE	6	+ 62
Poids vif de Bovins	1	+ 15

Cette production supplémentaire en 1995 peut être comparée aux importations de céréales pour la Mauritanie et le Sénégal en 1973 - 1974, soit :

	<u>Milliers de tonnes</u>
Sénégal (1974) Riz + Blé + Maïs	321
Mauritanie (1973) Riz	<u>22</u>
	343

La production céréalière dans la zone d'influence de DIAKL en 1995 atteindra donc un niveau de production du même ordre de grandeur (307.000 tonnes) que les importations de céréales sénégalaises et de riz mauritaniennes (343.000 tonnes) en 1973/1974.

Il convient de noter également que la production de tomates doit être considérée dans le modèle de développement adopté plus comme représentant un type de culture légumière de type industriel qu'une production de tomates proprement dite.

6.4. - Les besoins en eau

- Les besoins en eau pour l'irrigation de 75.000 ha s'élèvent à environ 1.600 millions de m³/an en régime de croisière (1996). En fait la période de pénurie à laquelle le barrage de Diama doit permettre de faire face se situe de février à juin. Pendant cette période les besoins sont de 690 millions de m³.

Le volume stocké à l'amont de Diama est de 505 millions de m³. Le solde soit 105 millions de m³ est fourni par les apports du fleuve pendant cette même période (350 millions de m³) déduction faite de l'évaporation (225 millions) de m³. C'est le barrage de Diama qui en s'opposant à la remontée de la langue salée permet de mobiliser ces 105 millions de m³.

Enfin en décembre et janvier les apports du fleuve ne sont suffisants pour assurer l'alimentation en eau des périmètres que grâce au rôle antisel de Diama qui permet de les mobiliser.

6.5. - Les charges et les Produits

A pleine utilisation (1996) les charges de productions agricoles se répartissent ainsi :

	Non compris la main d'oeuvre paysanne, y compris les amortissements (millions de F CFA 1976) (coûts hors taxes)	
Approvisionnement et façons culturales	7.200	43%
Frais de pompage	3.700	25%
Entretien des aménagements Agricoles	1.300	9%
Encadrement	1.700	11%
Charges de production animale	<u>1.000</u>	<u>7%</u>
	14.900	100%

Le faible montant des charges de production animale provient de ce que les charges de production fourragère sont

.../...

comptées dans les charges de production végétale . Il ne s'agit donc en fait que du coût de transformation de la production fourragère en production animale.

Egalement en pleine production la valeur économique des produits, déduction faite des cultures de céréue est la suivante :

Valeur économique		
en millions de F CFA		
1975		
Productions végétales	23.000	52%
Productions animales	5.400	18%
	<u>28.400</u>	
	29.200	

6.6. - Les Investissements

Pour permettre d'obtenir en 1995 les résultats prévus, les investissements à consentir sont les suivants :

En millions de F CFA		
1976		
(hors taxes) Arrondi		
Aménagements Hydro Agricoles	49.500	76%
Stations de pompage et matériel hydro-mécanique	9.100	14%
Véhicules	500	1%
Matériel Agricole	5.900	9%
	<u>65.000</u>	<u>100%</u>

A ces investissements s'ajoutent un fond de roulement de 10.500 millions de F CFA 1976

L'échéancier des investissements, hors fond de roulement est le suivant :

Millions de F CFA 1976			
(hors taxes) Arrondi			
1977	1.900	1.900	3.900
1978	4.000	1.907	3.600
1979	6.000	1.905	3.200
1980	6.000	1.909	3.200
1981	8.300	1.990	2.600
1982	6.000	1.991	1.500
1983	5.400	1.992	500
1984	4.600		<u>10.500</u>
1985	4.300		
	<u>46.500</u>	Soit au total de 65.000	

ROLE DE DIAMA HORS DE LA VALLEE

Le rôle du barrage de Diama pour les aménagements hydro-agricoles de la Vallée ne constitue pas le seul intérêt de l'ouvrage.

1. - LES COMMUNICATIONS

Le Projet prévoit que le barrage jouera le rôle de pont sur le Sénégal. Dans cette perspective l'OMVS a prévu que la route d'accès et l'endiguement de rive droite seraient utilisés pour porter une route Saint-Louis - Houakchott raccourcissant de 40 km l'itinéraire actuel par Rosso.

En outre le nouvel itinéraire serait à caractéristiques plus rapides. Enfin le passage du Sénégal se ferait sur un ouvrage au lieu d'un bac.

Dans l'étude de phase I l'Ingénieur-Conscoil a estimé à 1 heure le gain de temps en plus de la contrainte du Bac qui fonctionne généralement de 9 h 30 à 12 h et de 15 h à 18 h.

Les comptages routiers qui ont été effectués et la progression du trafic (6%/an au Sénégal et sensiblement plus en Mauritanie) de 7 $\frac{1}{2}$ par an conduisent à envisager en 1980 le trafic moyen suivant par jour :

Voiture légères	470
Autobus	19
Camions légers	13
Camions lourds	5
Ensembles articulés	<u>10</u>
	525 véhicules/jour.

.../...

En 1995, date à laquelle nous limiterons les prévisions, le trafic pourrait porter sur :

1.300 voitures légères par jour
150 poids lourds (10 tonnes en moyenne)

Les valeurs qui peuvent être retenues pour valoriser le raccourcissement du trajet sont les suivantes :

20 F CFA/km pour les voitures légères
200 F CFA/km pour les poids lourds. (voir joint)

Dans ces conditions l'économie réalisée serait de 364 millions de F CFA/jour en 1993, année de mise en service du nouvel itinéraire pour atteindre en 1995 622 millions de F CFA/an.

Enfin il convient de noter le rôle important de désenclavement du nouvel itinéraire Saint-Louis - Nouakchott pour la zone mauritanienne du Delta.

2 - L'ALIMENTATION EN EAU DES AGGLOMERATIONS

Les trois principales agglomérations sénégalaises et mauritaniennes : Dakar, Nouakchott et Saint-Louis ont des difficultés pour assurer leur alimentation en eau.

- La Ville de Dakar est en partie desservie par une canalisation alimentée à partir des eaux du Lac de Guiers. Cette canalisation peut fournir 65.000 m³/jour pouvant avec certains aménagements être portée à 100.000 m³/jour. En fait la capacité utile est limitée à 35.000 m³/jour par la capacité de la station de traitement qui est de 35.000 m³/jour.

Non les moyens d'approvisionnement
sont identiques à ceux de Saint-Louis
105 km pour la desserte

.../...

L'étude de phase I escompte qu'à l'horizon 1982, les prélèvements dans le Lac de Guiers seront majorés par rapport aux prélèvements initiaux de 50.000 m³/jour soit 18 millions de m³/an.

- La Ville de Nouakchott est alimentée à partir de forages, dans une nappe dont la capacité ne serait pas suffisante pour assurer le développement de la Ville. Pour assurer l'approvisionnement en eau l'Administration Mauritanienne envisage de prélever l'eau dans l'Afritout-es-Sahel lorsque celui-ci sera aménagé. La distance de transport de l'eau serait ainsi considérablement diminuée par rapport à un prélèvement direct dans le Sénégal. Ces prélèvements non encore arrêtés pourraient être de l'ordre de 500.000 m³ en 1982 pour atteindre 3.000.000 de m³ en 1995. Ce sont ces chiffres très approximatifs que l'on peut prendre en compte.

- La Ville de Saint-Louis est alimentée dans de mauvaises conditions par une réserve constituée sur le Lampsar. En fin de saison sèche, l'eau est d'une qualité déplorable et en quantité insuffisante. Les besoins actuels étant de l'ordre de 1,3 millions de m³/an, on peut escompter qu'en 1982 un supplément de 500.000 m³/an sera nécessaire pour atteindre 2 millions de m³/an en 1995.

Cette estimation approximative des prélèvements possibles à partir des ressources en eau rendues exploitables grâce au barrage de Diama permettent d'estimer sur la base de 10 F CFA/m³ (estimation retenue par l'OMVS), à 190 millions de F CFA en 1982 et à 230 millions de F CFA en 1995 les avantages économiques de l'aménagement au regard de l'alimentation en eau des agglomérations.

Il convient aussi de noter que la population rurale du Delta et de la Vallée ne sera plus soumise aux insécurités résultant de la salure du Fleuve en période d'étiage.

.../...

3. - L'ALIMENTATION EN EAU DE L'AFTOUT-ES-SAHEL

L'alimentation en eau de l'Aftout-es-Sahel présente un intérêt important pour la Mauritanie. Outre son rôle pour l'alimentation en eau de Nouakchott, il peut constituer une zone privilégiée de pâturage pour les importants troupeaux mauritaniens. Cela permettrait de palier en partie aux risques encourus par les troupeaux en année sèche. Enfin les autorités Mauritanienne envisagent d'aménager dans l'Aftout-es-Sahel des périmètres irrigués ce qui contribuerait à en faire de cette ~~xx~~ région une zone de fixation des populations.

Le Barrage de Diama en relevant le plan d'eau facilitera le remplissage de la dépression de l'Aftout-es-Sahel.

4. - L'ALIMENTATION EN EAU DU LAC DE GUIERS

L'amélioration de l'alimentation en eau du Lac de Guiers grâce au barrage de Diama contribuera à assurer le développement ~~xx~~ des périmètres supérieurs de la C.S.S. et des projets hydroagricoles qu'il pourrait alimenter en eau.

Ces possibilités sur le Lac de Guiers pourraient même être étendues à la Vallée du Ferlo permettant une pénétration des eaux dans l'arrière pays. Ceci contribuerait à éviter une concentration excessive de l'élevage dans la Vallée du Sénégal et sur le Diéri proche de celui-ci.

5. - L'ALIMENTATION DU LAC R'NEZ

De même que pour l'Aftout-es-Sahel et le Lac de Guiers, le barrage de Diama améliorera l'alimentation des dépressions interdunaires et du Lac R'nez. Cette alimentation en eau permettra l'implantation dans de meilleures conditions de pâturages utilisables pendant la contre-saison.

6. - L'INCIDENCE SUR LA PECHE

L'incidence sur la pêche du Barrage de Diama est difficile à déterminer de façon précise.

Néanmoins il semble qu'à l'amont la création d'un plan d'eau et la meilleure alimentation du Lac de Guiers sont favorables à un développement de la pêche.

Par contre la limitation de la salure du fleuve à la zone aval de Diama aurait un effet défavorable sur certaines espèces.

Il semble donc qu'au total le bilan est sensiblement équilibré bien qu'il faille être prudent en la matière.

La création de mares permanentes dans les aménagements hydroagricoles permettra de réaliser un élevage intensif qui pourrait venir compenser un éventuel bilan négatif sur le fleuve.

7. - INCIDENCE SUR LA FORET

La seule espèce intéressante pour le bois de feu est le charbon de bois et le gonakié. L'exploitation de la réserve de Diama à 2,5 m risque de provoquer une submersion excessive sur quelques milliers d'hectares de gonakiés si des endiguements ne sont pas prévus en temps voulu en amont de Rosso ce qui nuirait au bon état général des arbres et à leur régénération.

Il sera donc nécessaire de prévoir la création de plantations de gonakiés ou d'autres espèces suivant les conditions d'exploitation de la réserve de Diama et en fonction de la localisation des aménagements hydroagricoles.

3. - INCIDENCE SUR L'ENVIRONNEMENT

Une étude est en cours avec le concours de l'US AID. Cette étude se propose d'évaluer les effets sur l'environnement des aménagements prévus dans le Bassin du Fleuve Sénégal. En attendant les résultats de cette étude il n'est pas possible de donner un avis objectif sur cette importante question.

Nous avons calculé le taux de rentabilité interne (TIR) de l'investissement au projet. Nous sommes conscients des limites de cette méthode pour un investissement aussi important que celui-ci et nous recommandons d'en valider les résultats par une étude plus approfondie.

RESULTATS ECONOMIQUES

1. - TAUX INTERNE DE RENTABILITE

Les résultats de l'analyse économique sont indiqués dans le tableau ci-après. Ils ont été établis sur la base d'un équipement portant sur 75.000 ha dont 9.900 ha réalisés en 1976. Pour ces 9.900 ha il n'a été tenu compte que des charges, des produits et des investissements supplémentaires résultant du passage en double culture.

Les approvisionnements et frais cultureaux comprennent les amortissements du matériel agricole.

Les charges de pompage comprennent les amortissements. Il en est de même pour les charges de fonctionnement et d'entretien des aménagements hydro-agricoles.

Les charges de production animale ne comprennent pas les charges de production fourragère qui sont décomptées dans les approvisionnements et frais cultureaux.

Les charges de fonctionnement et d'entretien du barrage, de l'écluse et des digues ne comprennent pas les charges de renouvellement du matériel Hydro-mécanique qui sont décomptées à part.

Le fond de roulement pour les aménagements hydro-agricoles a été constitué à raison de 70% des charges de fonctionnement d'une année et de 100% pour le barrage, l'écluse, les routes rive droite et les endiguements.

L'ensemble des coûts de production et les investissements sont exprimés en F CFA 1976 hors Taxes.

Les produits ont été estimés lorsque cela a été possible à leur coût de substitution exprimé en F CFA 1976 hors taxes.

Les ouvrages de type Génie Civil et terrassement n'ont pas fait l'objet d'un amortissement. En effet les taux adoptés pour les charges de fonctionnement et d'entretien permettent de les maintenir en parfait état. Dans ces conditions la durée de vie de ces ouvrages étant très longue l'amortissement doit être considéré comme nul.

Par contre le matériel agricole, le matériel Hydro-mécanique, les véhicules et les bâtiments font l'objet soit d'un amortissement soit d'une charge de renouvellement.

Le Cash-Flow économique a été établi sur une période de 30 ans comptée à partir de l'année 1962, première année de mise en service du barrage de Diama.

Le taux interne de rentabilité calculé sur ce Cash-Flow est de :

9,3%

Si maintenant on considère les plus values résultant des aménagements de Diama c'est à dire de l'économie nette sur la circulation, la valeur économique des ressources en eau pour les agglomérations et les plus values nettes de double culture ont déterminé le taux de rentabilité propre aux équipements de Diama.

Ce taux de rentabilité est de 12,8%

Ceci démontre bien que le programme d'aménagements agricoles dans la zone d'influence de Diama ne peut atteindre un taux de rentabilité acceptable qu'avec une double culture.

2. - ANALYSE DE SENSIBILITE

L'analyse de sensibilité a porté sur 5 facteurs :

- le coût des investissements en Mauritanie
- Un écart de $\pm 15\%$ sur les coûts des aménagements de Diama
- Un écart de $\pm 15\%$ sur l'ensemble des investissements (Diama et aménagements hydro-agricoles)
- Un écart de $\pm 15\%$ sur les charges de fonctionnement
- Un écart de $\pm 15\%$ sur des produits bruts.

En outre le programme d'aménagement de Diama portant à la fois sur les aménagements hydro-agricoles, la navigabilité, du fleuve et sur les communications ; il est apparu utile de montrer l'incidence sur le taux de rentabilité d'une agrégation ou non de ces différentes fonctions.

L'étude de sensibilité à porté également sur l'incidence qu'aurait sur le taux de rentabilité une exploitation de la réserve de Diama limitée à 1,5 IGH.

La valorisation des avantages pour l'alimentation en eau des agglomérations ainsi que celle des économies de circulation n'ayant pu être faite qu'approximativement nous avons montré l'incidence qu'aurait sur le taux de rentabilité une non prise en compte de ces plus values.

Enfin nous avons déterminé l'incidence sur le taux de rentabilité du maintien après 1961 d'un rythme d'aménagement agricole de 6.500 ha par an.

.../...

ANALYSE DE SENSIBILITE

Résultats

- Aménagements Agricoles sans D.I.M.A..... 5,7%

Aménag. Agricoles (75000 Ha) + Dignes + Barrage exploités à 2,5 IGH	. Non compris l'écluse et la route de Rive Droite..... 10,2% . Y compris l'écluse et non compris la route de Rive Droite..... 9,4% . Y compris l'écluse et la route de Rive Droite..... <u>9,3%</u>
---	--

Hypothèse de base.

Aménag. Agricoles (42.400 Ha) + Dignes + Barrage exploité à 1,5 IGH	. Non compris l'écluse et les route de l'ive droite..... 9,5% . Y compris l'écluse et non compris la route de Rive Droite 8,5% . Y compris l'écluse et la route de rive droite 8,3%
---	--

. Coût des investissements Hydro- agricoles en Mauritanie majorés de 50%	8,3%
--	------

. Produit brut majoré de 15%	12,3%
------------------------------------	-------

. Produit brut réduit de 15%	5,0%
------------------------------------	------

Aménagements Agricoles ((75.000 ha) + Dignes + Barrage exploité à 2,5 IGH y compris l'écluse et la route de rive droite.	. Charges de fonctionnement majorées de 15%..... 7,4% . Charges de fonctionnement réduites de 15%..... 11%
---	---

. Totalité des investissements majorés de 15%.....	8%
---	----

. Totalité des investissements réduits de 15%.....	10,0%
---	-------

. Coût du barrage, des digues, de l'écluse et de la route de rive droite majorés de 15%.....	8,3%
--	------

. Coût du barrage, des digues, de l'écluse et de la route de rive droite réduits de 15%.....	9,0%
--	------

. Rythme des aménagements agricoles maintenu à 6.500 ha/an après 1981	9,4%
--	------

. Plus values d'économie de cir- culation et d'alimentation en eau des agglomérations non prise en compte.....	8,6%
---	------

LES BESOINS EN CREDITS DE FINANCEMENT POUR
LES OUVRAGES DE DIAMA

L'estimation des ouvrages qui a été faite précédemment l'a été en valeur 1976. L'établissement d'un plan de financement exige de tenir compte des risques d'inflation entraînant une majoration des prix.

L'appréciation de cette inflation est un problème délicat. Il s'agit donc d'apprécier l'incidence de l'inflation sur des bases réalistes et d'arrêter une enveloppe de financement.

L'incidence de l'inflation dépend du taux adopté par celle-ci mais aussi du planning de réalisation des ouvrages.

Enfin la possibilité technique de **décaler** dans le temps la réalisation de tout ou partie de certains ouvrages ne pourra pas être abordée dans la présente étude. Seule une analyse technique et économique de l'incidence de tels décalages permettra d'en reconnaître ou non l'opportunité.

Toutefois à titre purement indicatif nous avons regroupé les aménagements de Diama en 4 groupes d'ouvrages dont la simultanéité de réalisation n'est pas entièrement impérative. Il convient toutefois de noter que la réalisation des endiguements de la rive gauche, de l'écluse et de la route de rive droite ne peut pas s'imaginer si le groupe d'ouvrages comprend le barrage proprement dit n'est pas lui même réalisé.

.../...

Le taux d'inflation pris en compte est celui envisagé pour les ouvrages de Génie Civil par la Banque Mondiale à savoir :

de 1977 à 1979 9% par an
de 1980 à 1985 8% par an

Il en résulte que les prix exprimés en valeur 1976 doivent être multipliés par les coefficients suivants :

Travaux réalisés en 1977	Coefficient	1,09
1978	"	1,19
1979	"	1,30
1980	"	1,40
1981	"	1,51
1982	"	1,63
1983	"	1,76

Sur ces bases l'estimation en besoins de crédits de financements est résumée dans le tableau ci-après

Financement des ouvrages de DIAMA
(Valeurs arrondies en milliards de
F CFA courants)

	1976	1979	1980	1981	1982	TOTAL
Barrage, Routes d'accès, digue de bouchure, endiguements de Rive D. et ouvrages de réalimentation en rive droite	2,3	5,2	6,5	8,2	5,1	27,9
Endiguements de Rive Gauche	-	0,9	0,9	1	-	2,8
Ecluse	0,9	2,4	2,6	1,9	0,5	8,3
Routes de Rive Droite	-	-	2,5	2,6	2,9	8,0
TOTAL	3,2	9,1	12,5	13,7	8,5	47,0