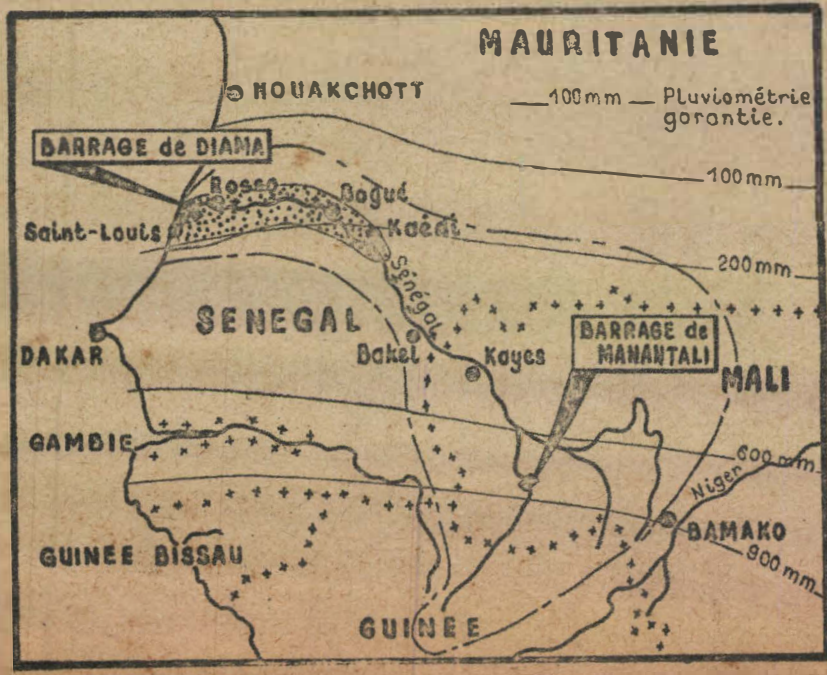


ELEMENTS DE FACTIBILITE DU BARRAGE DE DIAMA

- A - Note de synthèse.
- B - Cartes, plans et graphiques.
- C - Annexes.



ECHELLE : 1/12.500.000

O.M.V.S.

Juillet 1977

BARRAGE DE DIAMA - ELEMENTS DE FACTIBILITE

NOTE DE SYNTHESE

AVANT PROPOS

Chapitre I - Généralités sur l'aménagement du Fleuve Sénégal

Chapitre II - Ressources en eau et en terres irrigables

Chapitre III - Les aménagements hydro-agricoles

Chapitre IV - Le fonctionnement du Barrage de Diama

Chapitre V - Conception et description des ouvrages

Chapitre VI - Economie du projet

Références Bibliographiques.

AVANT PROPOS

Le Barrage de Diama a été retenu par l'O.M.V.S. en 1972 et ses "caractéristiques techniques et dispositions fonctionnelles" ont été définies en Avril 1977 par le Conseil des Ministres réuni à Bamako à l'issue de la Phase I de l'étude d'exécution menée par le Groupement d'Ingénieurs-Conseil SOGREAH - COYNE et BELLIER, BCEOM.

Le présent document, volontairement très succinct, a pour objet de résumer les principales conclusions des études de provenances fort diverses et de présenter les éléments de factibilité technique et économique de cet ouvrage qui devrait pouvoir être construit très rapidement ; en effet le projet définitif, devant aboutir au dossier d'appel d'offres des travaux dans un délai de neuf mois, a été engagé à partir du mois d'Avril 1977.

Des notes traitant plus particulièrement d'un aspect technique ou économique sont jointes en annexe.

Les numéros figurant dans le texte se rapportent aux références bibliographiques citées à la fin de ce texte.

x
x x

Chapitre IGENERALITES SUR L'AMENAGEMENT DU BASSIN DU SENEGAL (1)

Le Bassin du Sénégal s'étend sur près de 300.000 km² et est peuplé de plus de 1.250.000 âmes. Dans sa majeure partie il intéresse trois Etats du Sahel ; le MALI, la MAURITANIE et le SENEGAL ; c'est une zone à faible pluviométrie (de 250 à 600 mm de précipitations annuelles garanties tombant en trois mois) desservie par un grand fleuve très irrégulier presque à sec la moitié de l'année. (2)

Près de 500.000 hectares de terres irrigables ont été reconnus susceptibles de porter deux à trois récoltes par an, ce qui permettrait d'ici quinze ans de produire 2 millions de tonnes de céréales et de nourrir plus de 5 millions de personnes avec des surplus exportables... si le Fleuve est aménagé.

Le barrage de Diama (3) (4) intéresse le Delta et la Basse Vallée du Sénégal jusqu'à près de 500 km de l'embouchure, zone comprenant environ 280.000 ha de terres irrigables ; cet aménagement permettra de garantir l'alimentation en eau potable de toute la frange cotière allant de Dakar à Nouakchott ainsi que l'irrigation en saison sèche de 42.000 hectares en une première phase, puis de 100.000 hectares si le plan d'eau de la retenue est porté à la cote 2,50 m.

Plusieurs sites de barrages réservoirs ont été étudiés dans le Haut Bassin du Sénégal qui pourrait à long terme être régularisé à un débit de 500 m³/sec et produire 4 milliards de kWh (5).

.../...

Le Barrage de Manantali (6) a été retenu en priorité par l'OMVS. Situé au Mali sur le Bafing principal affluent du Sénégal il aura une capacité utile de environ 10 milliards de m³ et régularisera le débit du Fleuve à 300 m³/sec à Bakel tout en permettant :

- une production d'énergie de 800 millions de kWh avec une puissance garantie de 100 MW pendant 8000 heures par an.
- l'irrigation de quelques 400.000 hectares dans la Vallée.
- la navigation du Fleuve toute l'année sur plus de 900 km jusqu'à Kayes offrant ainsi un débouché portuaire au Mali.

Enfin l'O.M.V.S. a lancé un programme de développement intégré (7) qui devrait permettre une mise en valeur globale de l'agriculture et de l'élevage (8), des transports, (9) de l'industrie, des mines, de l'énergie (10), de l'environnement (11) de tout le Bassin du Sénégal.

Chapitre 2

RESSOURCES EN EAU ET EN TERRES IRRIGABLES

2.1. - ÉCOULEMENT ANNUEL DU FLEUVE (12), (13)

Le Fleuve est alimenté presque exclusivement par son Haut Bassin situé dans la zone subtropicale du Fouta Djalon en Guinée et soudanienne au Mali avec quelques appoints irréguliers provenant des affluents sahéliens tels que la Baoulé, le Kolombiné, le Karakoro et le Gorgol.

L'écoulement moyen annuel à Bakel PK794* est de 23 milliards de m^3 - débit moyen de $740 m^3/sec$ - pouvant descendre en année très sèche à moins de 10 milliards de m^3 et dépasse 30 milliards de m^3 en année très humide. Entre Bakel et l'estuaire on estime que de 5 à 8 milliards de m^3 sont distraits soit par évaporation, soit par écoulement dans de vastes dépressions, soit dans de plus faibles proportions par infiltration.

Près de 80% des écoulements se font durant l'hivernage de juillet à octobre et 1% seulement de mars à juin, ce qui provoque un étiage très marqué.

2.2. - Crue (12) (13)

La crue s'annonce à Bakel à la fin juin parfois début juillet ; elle a son maximum vers le 10 septembre à Bakel, le 20 octobre à Dagana et début novembre dans le Delta.

Les débits de pointe atteignent à Bakel $5000 m^3/sec$ pour une crue moyenne, $7000 m^3/sec$ pour la crue décennale, et ont été estimés à $10.000 m^3/sec$ pour la crue centennale et $13.000 m^3/sec$ pour la crue millénaire ; ils s'amortissent dans la Vallée qui, en moyenne, stock dans son lit majeur près de 7 milliards de m^3 , si bien que dans le Delta les débits de pointe sont approximativement deux fois moindre qu'à Bakel.

.../...

* PK ou point kilométrique ; Distance suivant le cours du fleuve jusqu'au Pont Faidherbe à Saint-Louis ; l'embouchure variant périodiquement ne peut être prise comme base fixe.

Le "marnage" ou différence de niveau entre l'étiage et la pointe de la crue moyenne est faible dans le Bas Delta (1,60 m à Débi PK 67), croît progressivement dans la Basse Vallée (2,70 m à Rosso PK 133, 3,50 m à Dagana PK 169, 5,30 m à Podor PK 268, 8,50 m à Boghé PK 379) et se maintient ensuite entre 8 et 10 m dans la Moyenne et la Haute Vallée jusqu'à Bakel PK 794 et Kayes PK 937.

La Vallée est inondée chaque année sur près de 4.000 km², la largeur du lit majeur pouvant atteindre 15 à 20 km, et environ 100.000 ha de cultures de décrue "oualo" y sont pratiqués.

2.3. - DECRUE ET LANGUE SALEE (12. - 15)

La décrue s'amorce en octobre à Bakel et se poursuit jusqu'en février ; au début mars --parfois dès fin janvier-- les débits sont inférieurs à 50 m³/sec à Bakel et une langue salée remonte le Bas Delta en décembre-janvier, arrive à Richard-Toll PK145 à la mi-mars début avril (le 30 janvier déjà en 1973 et 1974) et va jusqu'au delà de Dagana à plus de 200 km de Saint-Louis. Cette langue salée n'est chassée par la crue nouvelle que durant la première quinzaine de juillet à Richard-Toll et la fin juillet début août dans le Bas Delta.

2.4. - RESEAU HYDROGRAPHIQUE

La Moyenne Vallée de Bakel PK 794 à Saldé PK 474, et surtout la Basse Vallée et le Delta sur les 500 derniers km de parcours du fleuve sont parcourus par de nombreux défluent ou marigots qui relient le lit mineur à de vastes champs d'inondation ou à des dépressions si bien que l'ensemble des terres irrigables situées dans le lit majeur se trouve à proximité d'un plan d'eau relié au Fleuve.

.../...

Les principaux de ces marigots sont sur la rive gauche le Diamal (100 km), le Doué (130 km), le N'Galénka (50 km), le système Taouey Guiers, (100 km), le système Gorom Lampsar (80 km), sur la rive droite le Gorgol, le Koundi (150 km), le système du R'Kiz, l'Aftout-es-Sahel qui longe le cordon dunaire jusqu'à Nouakchott.

A la cote 0, le plan d'eau du lit mineur soumis aux marées remonte sur près de 400 km, au-delà de Boghé et la surface correspondante est de 134 km² auxquels il faut joindre 12 km² du Gorom Lampsar, 173 km² du Lac de Guiers, 103 km² du lac R'Kiz et éventuellement près de 200 km² de l'Aftout-es-Sahel.

2.5. - QUALITE DES EAUX DU FLEUVE (5) (12)

Les eaux du Fleuve fortement colorées par des sédiments en suspension paraissent très chargées ; en fait le débit solide n'atteint qu'exceptionnellement 1 g par litre ; le volume global des sédiments transporté chaque année est estimé à 2 millions de tonnes.

Par ailleurs les eaux sont faiblement minéralisées de 20 à 50 mg par litre ; il n'y a pas de sulfate, peu de calcium et pratiquement aucun élément fertilisant.

2.6. - LES EAUX SOUTERRAINES (16)

Presque partout dans le lit majeur on trouve une nappe d'eau 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 fréquemment salées et il y a risque de remontée saline particulièrement dans le Delta ce qui rend nécessaire un drainage profond (17).

Dans la Moyenne Vallée - Région de Matam - la nappe du Maestrichtien est à faible profondeur et semble-t-il en communication avec les alluvions du Fleuve et on peut obtenir des débits importants de l'ordre de 100 à 200 m³/h pour des forages de 50 m de profondeur ; les connaissances hydrogéologiques sont toutefois encore trop partielles pour d'ores et déjà penser alimenter de grands périmètres d'irrigation à partir des eaux souterraines.

2.7. - LES TERRES IRRIGABLES (17)

Hors du lit majeur du Fleuve les sols de "Diéri" sont pauvres et extrêmement vulnérables à l'érosion et autres formes de dégradation ; ils n'ont en principe pas été retenus pour une mise en valeur par l'irrigation.

Par contre une prospection systématique des terres alluviales du lit majeur du Fleuve a été faite portant sur 1.100.000 ha dans le Delta, la Basse et Moyenne Vallée jusqu'à Bakel (18) et 50.000 hectares dans la Haute Vallée (Région de Kayes) (19).

Plus de 800.000 hectares ont été reconnus aptes à l'irrigation dont 500.000 dans de très bonnes conditions, surtout dans la Basse et Moyenne Vallée entre Dagana et Bakel ; en revanche la majeure partie des sols du Delta sont salés et une grande part des sols de la Haute Vallée sont squelettiques.

Les sols irrigables se divisent en trois grandes catégories "Fondé" assez limoneux sur les bourrelets de berge et levées alluviales, "Hollaldé" très argileux avec prédominance de vertisols dans les cuvettes et bas fonds, et "Faux Hollaldé" dans les parties intermédiaires.

Sur ces sols on trouve 60.000 ha de forêts dont 45.000 ha de forêts classées.

Les surfaces nettes irrigables reconnues peuvent être récapitulées comme suit en hectares (20)

Surfaces nettes en hectares

Zones	Rive g. (Sénégal)	Rive d. (Maurit.)	Mali	Total
Delta jusqu'à Richard Toll	35.000	25.000	-	60.000
Basse Vallée de Dagana à Saldé	140.000	80.000	-	220.000
Moyenne Vallée de Saldé à Bakel	90.000	70.000	-	160.000
Haute Vallée de Ambidédi à Bafoulabé	-	-	48.000	48.000
Total	265.000	175.000	48.000	488.000

Chapitre 3LES AMENAGEMENTS HYDROAGRIQUES3.1. - HISTORIQUE RAPIDE

Depuis le début du XIXe siècle les projets d'aménagements du Delta ont été variés et nombreux : stations et jardin d'essais à Saint-Louis et Richard Toll, colonisation dans le Delta pour la culture du coton, de la garance, de l'indigo..., périmètre rizicole de Richard Toll etc... ; pratiquement toutes ces tentatives ont échoué en raison des conditions rigoureuses du milieu : sécheresse, salinité, attaque par les criquets et les oiseaux.

Depuis 1960 chacun des Etats Riverains s'est progressivement établi une doctrine propre en attendant la mise en service des ouvrages communs de l'O.M.V.S.

Au MALI - l'opération Périmètres Irrigués O.P.I. de la Vallée du Sénégal s'est amorcée vers 1970 par la mise en place de petits périmètres de 15 - 20 ha alimentés par pompage et consacrés surtout au maraîchage et de cuvettes où l'on fait pousser du riz en submersion contrôlée (21) (22). Les résultats sont assez inégaux : Si sur le plan technique les petits périmètres maraîchers ont été un succès, les débouchés de ces productions ont en revanche été assez vite saturés ; par ailleurs les aménagements faits pour utiliser les eaux des crues en submersion contrôlée n'ont que rarement fonctionné de façon satisfaisante (Lac Magui, Mare de Doro, Térékollé...).

.../...

En Mauritanie (23) on s'est orienté pour commencer par une utilisation mixte de pompage des eaux du Fleuve et d'épandage des crues des oueds adjacents (Dar el Barka). Puis deux types d'actions ont été menées simultanément :

- Mise en place de grands périmètres à gestion contrôlée à M'Pourié en 1969 (endiguements de plus de 3000 ha, mais mise en valeur sur moins de 1000 ha seulement en raison de problèmes de salinité), et Kaédi -700 ha- dans la Vallée du Gorgol l'exploitation devant commencer en 1977 sur 200 ha (24) et (24bis)

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

Au SENEGAL - l'effort est porté d'abord sur le Delta où plus de 7 milliards de F CFA ont été investis de 1965 à 1976 ; depuis quelques années la Société d'Aménagement et d'Exploitation du Delta SAED a vu son champ d'action s'étendre jusqu'à Bakel (25).

Plus de 10.000 ha 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'action ont été menés parallèlement :

- Des grands périmètres (1.000 à 3.000 ha) à Boundoum, Thiagar, Dagana, Nianga, Grande Digue Tellel, Débi Lampsar, N'Diagambal, à gestion centralisée et exploitation assez mécanisée.

- Des petits périmètres de 15 à 30 ha réalisés et gérés par les paysans eux-mêmes.

.../...

3.2. - EXPLOITATION DES PERIMETRES EN 1977

Au MALI - Les seuls résultats tangibles des aménagements sont une dizaine de petits périmètres qui s'étendent de part et d'autre de Kayes et couvrent environ 130 ha ; ils ont une production essentiellement maraîchère et des essais sont tentés pour y introduire le riz et d'autres céréales.

En MAURITANIE (23) - Il faut citer :

- La Ferme de M'Pourié dont la surface exploitée est passée de 266 ha en 1970 à 385 ha en 1976/77 ; 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 rendements qui ont atteint 5 tonnes de paddy à l'hectare en 1973/74 sont redescendus à 4,2 t/ha en raison des remontées salines.

- Les petits périmètres : sur une surface aménagée de 568 ha (14 périmètres) 228 ha ont été exploités en 1976/77 avec un rendement moyen de 4,2 t/ha, produisant environ 1.000 t de paddy.

Au SENEGAL - en 1976/77 ont été cultivés en hivernage par la SAED (25)

- 4.600 ha de riz en submersion contrôlée dans le Delta ; les rendements sont toujours faibles de l'ordre de 1 t/ha, et très souvent nuls, le paddy n'étant pas même récolté.

- 5.300 ha de riz en périmètres à maîtrise complète de l'eau, dont 500 ha environ sur petits périmètres ; les rendements sont généralement convenables de l'ordre de 4,5 t/ha avec des pointes pouvant atteindre 7 t/ha ; dans le périmètre de Dagana par exemple on a obtenu 5,4 t/ha en moyenne.

.../...

En contre saison on trouve essentiellement la tomate cultivée sur 1.600 ha avec des rendements de 7 à 20 t/ha et 900 ha de céréales : riz à Nianga où la langue salée ne remonte pas, blé et maïs que l'on cherche à introduire avec des résultats inégaux (rendements inférieurs à 3 t/ha).

Il faut mentionner par ailleurs :

- Le périmètre sucrier de Richard Toll exploité actuellement par la Compagnie Sucrière Sénégalaise (C.S.S.) sur 5.400 ha où la canne pousse dans des conditions assez difficiles (sel, mauvais drainage...) avec des rendements de 6 - 7 t de sucre à l'hectare récolté et une production globale de 20 à 30.000 t de sucre par an.

- Les "périmètres chinois" de Guédé et Pété Galoya portent sur près de 300 ha une double culture de riz repiqué avec des rendements qui en milieu paysan sont de 3,5 à 4 t en hivernage et 5 à 6 t en contre-saison chaude et en démonstration "chinoise" de 3 t en hivernage et 11 t en contre saison.

- Quelques centaines d'hectares irrigués par aspersion dans le Delta par des organismes privés pour la production de la tomate industrielle.

Sur les trois Etats c'est donc environ 18.000 ha - dont 16.000 au Sénégal - qui sont irrigués en 1977 avec une production de l'ordre de 25.000 t de paddy, 25.000 t de tomate, 25.000 t de sucre et des produits maraîchers consommés sur place. Il y a lieu de noter par ailleurs que à l'avenir seuls seront exploités des périmètres à "maîtrise totale de l'eau", ce qui suppose des pompes tant pour l'irrigation que pour le drainage.

.../...

3.3. - PERSPECTIVES D'AVENIR (8)

Au MALI - Les projets d'aménagement restent de modeste envergure pour les prochaines années, les rythmes annuels d'équipement devant être de 100 ha pour les petits périmètres alimentés par pompage et 150 à 200 ha pour les cuvettes irriguées par submersion contrôlée. Après les études d'ensemble menées sur la zone Kolombiné, Magui-Terekollé (prévues à partir de 1977) et surtout la mise en oeuvre du barrage de Manantali, des programmes plus ambitieux seront mis en place.

En MAURITANIE le plan a envisagé un rythme de 5.000 ha par an pour aboutir à des surfaces équipées de 34.000 ha à court terme (entre 1982 et 1985), 71.000 ha à moyen terme (entre 1990 et 1995) et 110.000 ha à long terme (après 2000). En fait le coût des travaux y est extrêmement élevé dépassant généralement 450.000 UM/ha (2.300.000 F CFA). Un rythme d'aménagement de 2.000 ha/an à partir de 1978 s'accélérait de 20% par an après 1982 paraît plus plausible dans les conditions actuelles.

Au SENEGAL - La SAED envisage (26) d'aménager 65.000 ha entre 1977 et 1989 à raison de 5.400 ha par an correspondant à une enveloppe budgétaire de 4 Milliards de F CFA par an, ce qui porterait les surfaces équipées en 1989 à 83.000 ha.

Les nouveaux aménagements seraient situés exclusivement dans la Basse et Moyenne Vallée ; leur coût moyen est estimé à 740.000 F/ha (1.000.000 F/ha pour les "grands périmètres" mécanisés et 400.000 F/ha pour les "périmètres villageois"). Les augmentations de production escomptées sont de 350.000 t de céréales, 10.000 t de viande...

De son côté la C.S.S. projette d'étendre le casier sucrier de Richard Toll à 12.000 et même 18.000 ha pour satisfaire les besoins nationaux en sucre.

.../...

3.4. - POTENTIALITES AGRICOLES (27)

Les derniers résultats tant de l'exploitation agricole des périmètres que de la Recherche Agronomique appliquée ont fait apparaître que :

- Aucune culture intensive ne peut être garantie sans irrigation au Nord de Kayes en raison de l'irrégularité des précipitations.

- Des variétés hâtives de riz à cycle de 110 à 125 j doivent pouvoir assurer à terme des rendements de 8 - 9 t en hivernage et 9 - 10 t en contre saison chaude.

- Trois cultures de céréales peuvent être menées sur une même sole en un an si l'on utilise les techniques de repiquage (avec éventuellement en pépinières "Dagpog" en saison froide) et de "culture minimum" (28).

- Les blés peuvent fournir des rendements de 3 - 4 t/ha s'ils sont semés avant le 15 décembre au Nord de Matam.

- Un riz peut très bien pousser avec des rendements supérieurs à 5 t en hivernage sur des terres de "Fondés", s'il est suffisamment arrosé (29).

On peut donc affirmer que les sols alluviaux de la Vallée peuvent porter 10 t de céréales par ha et par an, ces rendements peuvent passer en culture familiale soignée à 15 t.

3.5. - PASSAGE DU SYSTEME TRADITIONNEL AU SYSTEME IRRIGUE (32)

D'après les enquêtes (3) (30) (31) l'exploitation traditionnelle comprend 10 personnes dont 4 actifs utilisés à 50% de leur temps (400 à 500 journées de travail annuel) pour cultiver 2,7 ha de oualo (culture de décrue) et 1,7 ha de diéri (en sec), produisant en année convenable 2 à 2,5 t de céréales. Le "coût" d'opportunité" de la journée de travail peut être estimé à 5 kg de céréales, soit au prix du commerce à 300 F CFA environ.

.../...

Le passage à la culture irriguée va entraîner de profonds changements dans :

- le système foncier en raison de l'endiguement des surfaces aménagées et de la suppression correspondante des zones d'inondation "Oualo" où se pratique la culture des décrues.
- les techniques culturales qui nécessitent certains moyens mécaniques, des consommations de produits (engrais, phytosanitaires...) et de gros besoins en main d'oeuvre (repiquage, désherbage, récolte...).

Sur des grands périmètres tels que Dagana, Nianga, M'Pourié, l'adaptation a pu se faire dans des conditions convenables grâce à un encadrement dense.

Dans la basse et moyenne Vallée très peuplée, il semble que cette transition puisse s'effectuer sans bouleversement majeur par la mise en place préliminaire de périmètres villageois dans la mesure où :

- ces périmètres sont mis en place en priorité sur des terres de "fondé" suffisamment hautes pour d'une part ne pas supprimer des sols "oualo" d'autre part être protégés des crues décennales avec éventuellement des endiguements de faible hauteur.

- les systèmes culturaux sont suffisamment simples : une ou deux techniques nouvelles au maximum sont possibles les premières années par exemple un système riz riz ou riz maïs.

- les aménagements commencés sur 2.500 à 5.000 m² par famille puissent passer assez rapidement à 1 hectare environ.

- la main d'oeuvre consacre sa force de travail surtout aux techniques culturales, ce qui suppose une petite mécanisation pour l'entretien du réseau hydraulique et le planage avec une chaîne de matériel et un tracteur de moyenne puissance pour environ 50 ha.

- pendant la période transitoire de mise en place du périmètre, l'exploitation puisse être subventionnée.

- à terme un passage vers des périmètres mécaniques de grande taille à gestion décentralisée soit prévu.

.../...

Chapitre 4

LE FONCTIONNEMENT DU BARRAGE DE DIAMA

4.1. - INFLUENCE DU BARRAGE DE DIAMA (3) (4)

Le barrage de Diama est prévu à 26 km en amont de Saint-Louis sur le cours principal du Sénégal ; c'est un ouvrage submersible pendant les crues dit "barrage mobile" dont la fonction est de relever à la cote 1,50 m - puis éventuellement à la cote 2,50 m - le plan d'eau qui est situé à l'amont afin de :

- arrêter la remontée de la langue salée
- créer une réserve d'eau à l'amont
- améliorer le remplissage des marigots et dépressions du Delta et de la Basse Vallée.

Pratiquement la réserve d'eau propre à la retenue de Diama est constituée essentiellement par le lit mineur du Sénégal dont la surface à la cote 0 atteint 134 km². A la cote 1,50 m le plan d'eau - d'une surface de 236 km² - affleurerà les endiguements latéraux qui bordent la retenue dans le Delta sur quelques kilomètres, au droit du raccordement aux principaux marigots.

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

- Demet au-delà de Bogné à près 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.

Il intéresse donc l'ensemble du Delta et de la Basse Vallée comprenant environ 200.000 ha de terres irrigables.

.../...

Les principales "performances" de la retenue de Diama et du Lac de Guiers sont récapitulées ci-dessous :

Millions m³

Cote d'exploitation	Cote 1,50 m			Cote 2,50 m		
	Retenue Diama	Guiers	Total	Retenue Diama	Guiers	Total
<u>Capacité</u>	250	490	740	580	750	1.330
<u>Prélèvements garantis</u>						
Annuels	1.060	383	1.443	2.120	766	2.886
du 1er Févr. au 31 Juillet	480	216	696	960	432	1.392

Ces performances peuvent être encore notablement améliorées après l'aménagement des autres réserves notamment l'Aftout-es-Sahel et le Lac R'Kiz.

De plus le barrage supportera la future route de liaison allant de Saint-Louis à Nouakchott, et une écluse permettra de rétablir la circulation fluviale.

Dans les paragraphes suivants vont être examinés de façon plus détaillée :

- l'écoulement des crues.
- le rétablissement des conditions d'assainissement.
- les réserves du Delta et de la Basse Vallée.
- les prélèvements en eau.
- la gestion de la retenue de Diama.

.../...

4.2. - ÉCOULEMENT DES CRUES

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 ; trois conditions impératives doivent être respectées :

- la protection du barrage contre une crue millénaire.
- la protection des digues de la retenue contre une crue centennale.
- le rétablissement des inondations en rive droite pour le maintien des pâturages naturels.

Ces trois aspects ont été étudiés, à l'aide du modèle mathématique d'écoulement du Fleuve (14) (34) et du modèle réduit du barrage (33).

La crue millénaire a, à Bakel, un débit de pointe de $13.000 \text{ m}^3/\text{sec}$ et un débit de au moins $6.700 \text{ m}^3/\text{sec}$ pendant 30 jours. Après amortissement dans la Vallée et le Delta et compte tenu des endiguements mis en place, le débit de pointe sera de $6.000 \text{ m}^3/\text{sec}$ à Diama ; les études sur modèle réduit ont montré que cette crue pourra passer à travers le barrage sans dommages irrémediables, le niveau du plan d'eau atteignant alors la cote + 3,20 m juste à l'amont du barrage et la perte de charge à travers l'ouvrage étant de 0,80 m.

La crue centennale verra après aménagement son niveau maximum rehaussé par les endiguements de 0,30 m dans le Delta et 0,50 à 0,70 m dans la Vallée, ce qui imposera peut être la reprise de certains ouvrages de protection existants. Avec un débit de pointe de $5.250 \text{ m}^3/\text{sec}$ à Diama ($10.000 \text{ m}^3/\text{sec}$ à Bakel) les cotes suivantes seront atteintes : 2,58 m juste à l'amont du barrage, 4,42 m à Rosso PK 133, 5,31 m à Dagana PK 169, 7,70 m à Podor PK 268. On peut néanmoins espérer que la construction prochaine du barrage de Manantali dont un des objectifs est de transformer la crue centennale en crue décennale permettra d'abaisser ces niveaux de 0,60 m dans le Delta et de 1 à 2 m dans la Vallée.

La crue annuelle moyenne ne fera que lécher quelques kilomètres d'endiguement en aval de Rosso, le rehaussement par rapport au niveau normal de retenue de 1,50 m étant de 0,20 m à Débi (PK67), 0,91 m à Ronq (PK113) et 1,21 m à Rosso (PK133). La submersion des pâturages normaux de décrue du Delta mauritanien et le remplissage des dépressions (35) pourront être maintenus grâce à une série d'ouvrages situés entre le barrage et Rosso (M'Réou, Oualalan, N'Diadier, Goup, Gouère) permettant 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 Koundi (Diavanne).

4.3. - RETABLISSEMENT 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 enmagasinées dans les zones environnantes ou en provenant. Dans cette condition on a plus particulièrement étudié :

- la percolation des eaux de la retenue
- l'assainissement des périmètres d'irrigation existants
- le régime des eaux dans le Parc du Djoudj
- l'assainissement des parcours sur la rive droite.

La percolation des eaux de la retenue est très faible ; négligeable au travers des digues - qui de toute manière ne sont atteintes par le plan d'eau normal que sur de peu nombreuses sections - elle atteindra, en raison des faibles perméabilités du sous sol, que de très faibles valeurs de l'ordre de 3 l/sec/km, quantités qui ne sauraient provoquer des renards et qui pourront être aisément évacuées par les réseaux d'assainissement.

.../...

Assainissement des périmètres en bordure du Sénégal

Les périmètres de la Basses Vallée et du Haut Delta sont 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 ; tel est le cas pour les périmètres existants de M'Pourié, Nianga, Dagana, Richard Toll et prévus à Débi, Garak etc...

- Assainissement de l'axe Gorom Lampsar (34bis)

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

- . soit directement dans le cours 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 les périmètres de Grande Digue Tellel et Kassak dans un émissaire aménagé, le drain du N'Diael qui s'écoule vers la dépression du N'Diael.

- . Soit dans des marigots fermés formant dépressions tels que le Diowol pour Thiagar et le Goron inférieur pour 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 en cas de besoin être abaissé par des stations de reprise et de rejet dans le Fleuve.

- Le Parc des Oiseaux du Djoudj restera un système isolé pouvant être rempli pendant la crue à un niveau réglable à volonté, ce niveau baissant ensuite, après fermeture des ouvrages, par évaporation ; aucun drainage n'étant prévu vers l'extérieur, la salinité existante sera maintenue conformément aux objectifs de gestion du Parc.

.../...

- Assainissement du Delta rive droite (35) Le plan d'eau pourra être partout réglé lors de la crue par la manoeuvre des ouvrages situés sur l'endiguement ; trois cas sont à examiner :

. 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 R'Kiz dont on cherche le remplissage ; les périmètres d'irrigation prévus pourront de toute manière être munis de stations de pompage mixte permettant la reprise des eaux d'assainissement et leur évacuation ou leur recyclage comme à M'Pourié.

. Entre Rosso et le N'Diadier (PK70) départ de l'Aftout-es-Sahel, les deux bassins du Gouère et du Goup communiquent entre eux et avec la dépression des Tombos à l'Ouest (appartenant à l'Aftout-es-Sahel) au-dessus de la cote 1,50 m ; leur niveau de l'eau baissera ensuite par évaporation de 0,20 m par mois environ pour être à une cote voisine de 0 à partir du mois de juin.

Un drainage mécanique pourrait améliorer la vidange de ces **dépressions**, mais le coût correspondant paraît **disproportionné** avec les résultats à en attendre.

. En aval du N'Diadier enfin les dépressions de Tombos, Diaouling, M'Réou et M'Zeirifa sont en relation avec le marigot de Bell et le Tialakh qui rejoignent directement l'estuaire du Fleuve en aval de Diama ; les remontées de sel pourraient être fortement limitées par un seuil arasé à la cote 0,50 m environ sur le marigot de Bell.

.../...

4.4.- LES RESERVES EN EAU DU DELTA ET DE LA BASSE VALLEE

Les réserves en eaux constitués par le lit mineur du Fleuve, les marigots et les grandes dépressions adjacentes sont très importantes, les volumes emmagasinés étant -Aftout-es-Sahel exclus (36)- de 1 Milliard de m³ à la cote 1,50 m et 1,8 milliard de m³ à la cote 2,50 m.

Cote du plan d'eau	Surface km ²			Volume emmagasiné h m ³ ou millions m ³		
	0	1,50 m	2,50 m	0	1,50 m	2,50 m
Retenue de Diama	134	236	433	0	250	580
Lac de Guiers	173	275	321	150	490	750
Lac R'Kiz	103	159	203	0	200	370
Axe Gorom Lampsar	13	26	32	13	37	65
Total	423	736	989	163	977	1.765
<u>Aftout-es-Sahel</u>						
de Chott Boul à El Goychichit	200	390	465	0	470	900
de El Goychichit à Tim Mahnam	110	300	400	0	400	780
Total Aftout-es-Sahel	310	690	865	0	870	1.680

.../...

La surface de ces plans d'eau dépasse à la cote 1,50 m (Aftout exclus) 600 km^2 ; elle est soumise à une évaporation intense estimée à 15 - 20 cm par mois de novembre à février et 20 - 25 cm par mois de mars à juin avec des pointes pouvant atteindre 10 mm/jour ;

A la cote 1,50 m on considère comme faisant partie intégrante de la retenue de Diama :

- Le Sénégal jusqu'à Boghé PK 379
- Le Doué jusqu'Aéré Lao
- Le Diawane et le Koundi
- Le N'Galenka
- La majeure partie des marigots de l'Ile à Morfil, représentant un plan d'eau de 236 km^2 ; pour une évaporation de 8 mm par jour, le volume perdu s'élève alors à 19 millions de m^3 par jour correspondant à un débit de $22 \text{ m}^3/\text{sec}$.

4.5. - PRELEVEMENTS EN EAU POTABLE

La Ville de Dakar (Besoins de $110.000 \text{ m}^3/\text{j}$ en 1976 pour le Cap Vert) est alimentée partiellement en eau par la station de G'Nit située sur le Lac de Guiers refoulant dans une conduite de $\varnothing 900 \text{ mm}$. La capacité de cet équipement est en 1977 de $55.000 \text{ m}^3/\text{j}$ (moyenne des pompages $35.000 \text{ m}^3/\text{j}$ en 1976), susceptible de passer ensuite à $85.000 \text{ m}^3/\text{j}$ avec un surpresseur, puis en phase finale avec deux surpresseurs à $125.000 \text{ m}^3/\text{j}$ correspondant à 45 millions m^3/an .

La Ville de Saint-Louis est alimentée par le Lampsar (37) ; les besoins de $4.000 \text{ m}^3/\text{j}$ en 1976 passeront à long terme à $10.000 \text{ m}^3/\text{j}$ soit 3,6 millions de m^3/an .

.../...

Enfin la Ville de Nouakchott envisage d'être alimentée par l'Aftout-es-Sahel ; les besoins atteindraient rapidement 20.000 m³/j soit 7 millions de m³/an.

Au total on peut estimer que à long terme les besoins en eau potable de toute la frange côtière allant de Dakar à Nouakchott seront de l'ordre de 60 millions de m³/an quantité faible par rapport aux pertes par évaporation et aux besoins de l'irrigation.

4.6. - PRELEVEMENTS EN EAU D'IRRIGATION (38)

Une prospective sur l'irrigation dans le Delta et la Basse Vallée a permis de retenir pour l'horizon 1984/85 que 66.000 ha seront irrigués - dont 52.000 directement à partir de la retenue de Diama en hivernage et 42.000 ha dont 30.000 à partir de la retenue de Diama en contre saison.

	Surfaces nettes irrigués en hectares	
	Hivernage	Contre saison
<u>Retenue de Diama</u>	52.000	30.000
<u>Dépressions et Lacs</u>		
Guiers et Aftout-es-Sahel	14.000	12.000
TOTAL GENERAL	66.000	42.000

A raison d'une efficacité de l'irrigation de 75%, le volume des prélèvements correspondants sera de 1.420 millions de mètres cubes dont 680 millions de février à juillet période actuellement affectée par la langue salée. Il est fait référence (38) en annexe un calcul détaillé de ces besoins qui représentent approximativement 10.000 m³/ha en hivernage et 17.000 m³ en contre saison (de 8.000 m³/ha pour un blé à 22.000 m³/ha pour un riz).

Prélèvements mensuels (irrigation et eau potable)

à l'horizon 1984 - 1985

Millions m³

Mois	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	Total
Retenue de Diama	159	120	76	75	75	75	84	88	67	40	81	120	1060
Lac de Guiers	33	30	36	36	21	21	32	32	39	39	40	34	383
Total	192	150	112	111	96	96	116	120	106	79	121	154	1443

4.7. - GESTION DE LA RETENUE DE DIAMA

Les calculs sont résumés en annexe ; ils ont été menés pour deux cotes d'exploitation 1,50 m et 2,50 m en se fondant sur les hypothèses suivantes :

- prélèvements prévus aux paragraphes précédents pour l'exploitation à la cote 1,50 m, et deux fois supérieurs à la cote 2,50 m.

- pertes par évaporation de décembre à juin allant de 140 à 190 mm par mois sur la retenue de Diama et de 150 à 240 mm/mois sur le Lac de Guiers.

-apports du fleuve correspondant à une année "normale" type 69/70 et à une année sèche type 1968/69.

.../...

Les principaux résultats sont récapitulés ci-dessous

Exploitation de la retenue de Diama et du Lac de Guiers

Type d'exploitation	Cote d'exploitation 1,50 m		Cote d'exploitation 2,50 m	
	Année normale	Année sèche	Année normale	Année sèche
<u>Apports du Fleuve</u>				
Millions m ³				
Annuels	22.973	13.807	22.973	13.807
Du 1er févr. au 30 juin	566	336	566	336
<u>Prélèvements Millions m³</u>				
Annuels				
. Diama	1.060	1.060	2.120	2.120
. Lac de Guiers	383	383	766	766
Total	1.443	1.443	2.886	2.886
Saison sèche. Diama	360	360	720	720
Du 1er Fév. au 30 juin				
. Lac de Guiers	184	184	368	368
Total	544	544	1.088	1.088
<u>Evaporation Millions m³</u>				
Annuelle	744	672	950	892
Saison sèche du 1er févr. au 30 juin	455	353	570	518
<u>Niveau du plan d'eau m</u>				
Retenue de Diama				
le 1er Mars	1,50	1,50	2,50	2,30
le 1er Juil.	0,69	0,10	1,00	-0,25
Lac de Guiers				
le 1er Mars	1,80	1,30	2,35	2,15
le 1er Juil.	0,29	-0,33	0,20	-0,20

La saison sèche*, critique pour les ressources en eau du Fleuve, va du 1er février au 30 juin, période durant laquelle les apports couvrent à peine l'évaporation ; les prélèvements se font donc essentiellement sur les réserves ; en année sèche au 1er juillet, date garantie à 80% de l'arrivée de la crue à Bakel, les niveaux en année sèche sont au minimum de - 0,33 dans le Lac de Guiers et - 0,25 dans la retenue, ce qui est tout à fait acceptable.

Ces calculs ont été faits en prenant en considération seulement la retenue de Diama et le Lac de Guiers ; les prélèvements pourraient être encore augmentés en utilisant le Lac R'Kiz et l'Aftout-es-Sahel.

4.3. - FONCTIONS DU BARRAGE DE DIAMA

En conclusion on peut affirmer que l'ouvrage tel qu'il est conçu :

- Ne perturbera pas l'écoulement des eaux de crue, ni l'assainissement dans le Delta, ni le passage de la navigation fluviale (moyennant la construction d'une écluse).

- Assurera de bonnes conditions de remplissage des grandes dépressions du Delta.

- Garantira l'irrigation en contre-saison de 42.000 puis 85.000 ha ainsi que l'alimentation en eau potable de la zone qui s'étend de Dakar à Nouakchott.

- Sera enfin le support d'une liaison routière directe entre Saint-Louis et Nouakchott.

.../...

* Voir notre annexe sur les ressources en eau garanties.