

14556

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU
FLEUVE SENEGAL (OMVS)

Société pour la Gestion et l'Exploitation de Diama
(SOGED)

**ÉTUDE DE REPARATION ET DE
CONSOLIDATION DES ENDIGUEMENTS
DU FLEUVE SENEGAL DE DIAMA A
ROSSO
RIVE DROITE MAURITANIENNE**

Rapport final de phase 1



Diagnostic des ouvrages
Proposition de remise en état, de renforcement
ou de consolidation des ouvrages

Octobre 2006

Financement : Fonds Koweïtien pour le Développement Economique Arabe



Euro-Arab Engineering

ÉTUDE DE REPARATION ET DE CONSOLIDATION DES ENDIGUEMENTS DU FLEUVE SENEGAL DE DIAMA A ROSSO

RIVE DROITE MAURITANIENNE

RAPPORT FINAL DE PHASE 1

PARTIE A. OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	1
A.1 Contexte et enjeux	1
A.2 Objectif de la mission du consultant	2
A.3 Recueil des donnees	4
A.4 Descriptions des aménagements	4
A.4.1 Endiguements de la rive gauche et ouvrages hydrauliques associés	4
A.4.2 Endiguements de la rive droite et ouvrages hydrauliques associés	5
A.4.3 méthodologies des reconnaissances et expertises	6
A.5 Résultats généraux des missions d'expertise	12
A.5.1 Topographie - Recherche d'un référentiel topographique	12
A.5.2 Géophysique	18
A.5.3 Génie civil	22
A.5.4 Équipements hydromécaniques	50
A.5.5 Environnement – hydrologie	50
A.6 Projet de route internationale Rosso-Diama	52
A.6.1 Description du tracé et de son environnement	52
A.6.2 Caractéristiques de la route internationale	52
A.6.3 Critiques des solutions proposées	53
A.6.4 Incidences du tracé sur les travaux de réparation des digues de la rive droite - Conclusions	54
PARTIE B. RESULTATS DU DIAGNOSTIC EN RIVE DROITE MAURITANIENNE	55
B.1 Endiguements	55
B.1.1 Plans conformes à l'exécution	55
B.1.2 Expertise géotechnique	56



B.1.3	Protections anti-batillage	61
B.2	Pistes de liaison et ouvrages associés	63
B.2.1	Piste Diama-Rosso	63
B.2.2	Piste sur digue de Bell	66
B.3	Génie civil des ouvrages hydrauliques	67
B.3.1	Ouvrages de BELL 1, LEMER, CHEYAL et DIOUP	67
B.3.2	Ouvrages de BELL 2, DALAGONA, GOUERE et IBRAHIMA	74
B.3.3	Ouvrage AFTOUT ES SAHEL	81
B.4	Équipements hydromécaniques	87
B.4.1	Description des équipements hydromécaniques.	87
B.4.2	Diagnostic	90
B.4.3	Solutions de Réhabilitation	104
B.4.4	Mesures d'urgence	109
B.4.5	Divers	109
B.4.6	Estimations des coûts des équipements hydromécaniques	110
B.5	Aspects environnementaux	113
B.5.1	Éléments forts du diagnostic	113
B.5.2	Les propositions d'aménagement	123
B.5.3	Localisation des aménagements	132
B.6	Coûts estimatif des travaux	134
B.6.1	Travaux d'urgence	134
B.6.2	Hierarchisation des travaux de réhabilitation	134
B.6.3	Estimations financières	134

Annexe 1 : Bibliographie commune aux ouvrages des deux rives

Annexe 2 : Résultats des investigations géophysiques

PREAMBULE

Le présent dossier traite des études de la phase 1 – Diagnostic des ouvrages, proposition d'examen de remise en état, de renforcement ou de consolidation des ouvrages relatifs à la rive droite Mauritanienne.

Il comporte deux parties :

- **Partie A** : Cette partie décrit les objectifs de l'étude, les planning des interventions, les méthodologies d'études mises en œuvre. Elle regroupe les informations générales relatives chaque type d'expertise Géotechnique – Génie civil des ouvrages – Équipements hydromécaniques – Environnement et hydrologie/ hydraulique.
- **Partie B** : elle regroupe l'ensemble des observations et recommandations relatives aux ouvrages de la rive droite Mauritanienne.

- De fournir l'eau pour les besoins de centres urbains et ruraux,
- D'améliorer les conditions de remplissage des lacs et des dépressions liés au fleuve Sénégal, les défluent en rive droite et en rive gauche ainsi que de réduire les hauteurs de pompage dans la zone d'influence de la retenue ;

Associés au barrage de Diama, deux endiguements latéraux du fleuve Sénégal de Diama à Rosso, en rive droite et en rive gauche sont destinés à :

- Améliorer la fermeture de la retenue sur le bief Diama-Rosso,
- Protéger le delta sur les deux rives contre les inondations,
- Contrôler et améliorer les conditions de remplissage et de vidange des systèmes hydrauliques (marigots, lacs, dépressions, etc..) du delta, alimentés par la retenue de Diama,
- Servir de piste de circulation en saison sèche sur les tronçons situés dans les zones de franchissement des marigots.

A titre de mission principale, la SOGED est chargée de « l'exploitation, l'entretien et le renouvellement du barrage de Diama, de l'ouvrage de prise de l'Aftout Es Sahel, des endiguements du fleuve Sénégal et de leurs ouvrages annexes ou accessoires ainsi que la conception, la construction et le financement de nouveaux ouvrages programmés par l'OMVS que celle-ci décidera de lui confier dans le cadre du développement de la vallée à l'exclusion de ceux consacrés à la production hydroélectrique ».

Le maintien en bon état de conservation et de fonctionnement des endiguements du fleuve Sénégal entre Diama et Rosso et des ouvrages de prise d'eau qui y sont incorporés est indispensable.

La Société de Gestion et d'Exploitation de Diama (SOGED / OMVS) a obtenu une assistance technique du Fonds Koweïtien pour le Développement Economique Arabe (FKDEA) en vue de financer le coût de l'Etude de réparation et de consolidation des endiguements du fleuve Sénégal de Diama à Rosso.

A ce titre, la SOGED/OMVS a commandé au groupement BRL/EAE, l'étude de réparation et de consolidation des endiguements du fleuve Sénégal de Diama à Rosso.

A.2 OBJECTIF DE LA MISSION DU CONSULTANT

Nous rappelons ici, le rôle fondamental des endiguements dans le fonctionnement des systèmes hydrauliques de la zone du delta du fleuve Sénégal sur les deux rives entre Diama et Rosso. Ils contrôlent le régime d'alimentation gravitaire « inondations – exondations » des bassins des principaux défluent, aussi bien en rive droite (Gouère, Ibrahima, Dioup, N'Diader) qu'en rive gauche (Gorom/Lampsar, Kassack), qui servent de sources de prélèvements pour plus de la moitié de la superficie totale des périmètres actuellement aménagés dans la zone du delta.

L'objectif de l'étude est de contribuer à un développement intégré durable du bassin du fleuve Sénégal par une exploitation rationnelle des ressources hydrauliques, agricoles et environnementales du delta du fleuve Sénégal.

L'étude doit fournir à la SOGED les éléments techniques, économiques et financiers de restauration et de confortement de l'infrastructure d'aménagement et de gestion des eaux du fleuve Sénégal dans la zone du delta ;

La mise en œuvre de ces conclusions et recommandations attendues de l'étude devra permettre :

- L'amélioration de la productivité des aménagements hydro agricoles dans le delta par une meilleure desserte en eau des périmètres irrigués, grâce à des ouvrages structurants en bon état de conservation et de fonctionnement,
- La restauration et la préservation de l'environnement dans le delta du fleuve Sénégal, par une meilleure gestion de l'eau dans les principaux axes hydrauliques et à l'intérieur des zones d'épandage des eaux de crue de fleuve Sénégal (parcs du Djouj et du Diawling, bassins de débordement des défluent, cuvettes, mares etc.) grâce à la pérennité des endiguements et des ouvrages de prise d'eau associés,
- L'amélioration des conditions d'approvisionnement en eau des populations rurales,
- L'amélioration des revenus des populations riveraines et de leur état nutritionnel notamment en protéines animales grâce à l'accroissement des produits de la pêche pratiquée par les populations villageoises sur les défluent et aux abords des ouvrages de prise d'eau,
- La lutte contre l'exode rural par le maintien sur place des populations suite aux potentialités de développement induites par la présence et la pérennité des infrastructures hydrauliques.

Cette étude devra établir la justification économique et fournir les éléments techniques et financiers d'un programme de restauration, d'amélioration et de renforcement des ouvrages de maîtrise et de gestion des eaux du fleuve Sénégal sur le bief de Rosso à Diama, à savoir les endiguements du fleuve et les ouvrages de prise d'eau qui y sont incorporés.

Cette étude devra également permettre de disposer de l'ensemble des éléments de définition, de qualification, d'estimation des coûts et de programmation des délais des travaux de réparation, de renforcement ou de consolidation des endiguements existants du fleuve Sénégal en rive droite et en rive gauche de Diama à Rosso.

Cette étude devra se finaliser par la fourniture des données présentées selon des cadres et normes adéquats pour une consultation d'entreprises en vue de la réalisation des travaux de réparation de renforcement ou de consolidation des endiguements du fleuve Sénégal de Diama à Rosso.



A.3 RECUEIL DES DONNEES

Durant les missions des divers experts, la totalité des documents détenus par la SOGED tant au siège à ROSSO que sur le barrage de Diama, a été examinée. Parmi les plus importants, nous citerons :

- Plans conformes à l'exécution des digues et ouvrages hydrauliques (partiels)
- Consignes générales d'exploitation et d'entretien du barrage de Diama – documents de référence d'octobre 1987 (Sogreah/Cob),
- Etudes complémentaires des endiguements du fleuve Sénégal, création de digue en vue d'élever le plan d'eau à + 2.5, mai 1997 (SOGED) Sogreah/Cob,
- Etudes complémentaires des endiguements du fleuve Sénégal, étude de la zone prioritaire, septembre 2000, par Sogreah/Cob,
- Gestion des ouvrages digue en rive droite, SOGED – OMVS,
- Gestion des ouvrages digue en rive gauche, SOGED – OMVS,
- Projet d'exécution des endiguements du barrage de Diama, en mai 1992, endiguements rive droite et ouvrages de réalimentation, Sogreah/Cob,
- Mesures pour la gestion du barrage de Diama et des endiguements, OMVS – Ht commissariat,
- Entretien des endiguements et exploitation des OH ou endiguements, OMVS – Ht commissariat, statuts des endiguements, pistes, méthodologie d'entretien.

L'intégralité de la bibliographie consultée est jointe en annexe 1 au présent rapport.

A.4 DESCRIPTIONS DES AMENAGEMENTS

A.4.1 Endiguements de la rive gauche et ouvrages hydrauliques associés

Les aménagements en rive gauche comprennent :

- Un endiguement continu de 79.5 km de longueur entre le pk 0 de la digue et Rosso Sénégal décomposé en deux secteurs :
 - ◆ le premier de 73 km, entre le pk 0 de la digue et l'ouvrage hydraulique de N'Thiagar y compris une piste de pied en latérite de 65 km
 - ◆ le deuxième de 6.5 km entre N'Thiagar et Rosso Sénégal. Cet endiguement est constitué de remblai en terre compactée à profil trapézoïdal
- Une piste de liaison de 25 km entre le village de DIAMA et le pk 0 de l'endiguement principal (hors marché)

- 8 diguettes de protection des points bas entre les villages de DIAMA et RHONE (DIAMA – 500 mètres, MAKA – 230 mètres, RAWETTE I – 250 mètres, RAWETTE II – 600 mètres, MARAYE – 50 mètres, P276-S24 – 550 mètres, RHONE – 1220 mètres et TIENG (+prolongement de N'DIGUE) – 2350(+135) mètres) dont deux équipées de clapets anti-retour (DIAMA – 2 clapets, N'DIGUE – 1 clapet, RHONE – 1 clapet).
- 10 ouvrages hydrauliques de réalimentation des marigots et d'épandage des crues (DIEG, MARAYE, TIENG, GOROM, DJOUDJ, DEBI, CAÏMANS, DIAWAR, RONQ, N'THIAGAR)
- 8 ouvrages de franchissement hydraulique destinés à permettre l'irrigation, gravitairement et directement à partir du fleuve (DT1, DT2, CK1, CK2, KD1, KD2, RD, RTH)
- 1 ouvrage de drainage (NATCHIE)
- Une digue de fermeture du lit majeur du fleuve raccorde la plate forme douanière à l'entrée du village de DIAMA;

Les premiers endiguements et ouvrages hydrauliques ont été créés dans les années 1960. Les travaux de réhabilitation ont été réalisés en deux tranches (octobre 1993 à novembre 1994 et mars 1995 à décembre 1995).

A.4.2 Endiguements de la rive droite et ouvrages hydrauliques associés

Les aménagements de la rive droite comprennent un endiguement réalisé en deux tranches (de 1989 à 1995), des ouvrages hydrauliques et des pistes de circulation.

Dans le détail :

- Une piste de liaison de 9 Km de longueur assurant le raccordement de l'extrémité NORD de la digue de fermeture au carrefour de BOUHAJRA,
- Une piste de circulation, aménagée en pied de talus et longue de 45 Km, entre l'ouvrage de Dioup et l'extrémité Est de la digue,
- Un endiguement continu de 76.5 Km de longueur, entre le carrefour de BOUHAJRA (extrémité OUEST de la digue) et la digue dite "Chinoise" (extrémité EST de la digue),
- La digue de Bell, d'un linéaire de 5.4 Km entre le carrefour de BOUHAJRA (TOUND BIRETTE) et la dune de la TOUND HAGUI au nord est ouverte à la circulation.
- 9 ouvrages hydrauliques d'alimentation de marigots et d'épandage des crues du fleuve (GOUERE, IBRAHIMA, DALAGONA, DIOUP, AFTOUT ES SAHEL, CHEYAL, LEMER, BEL 1, BELL 2)
- 10 caniveaux de traversée sous piste destinés au passage de conduites de pompage dans le fleuve.

Ces ouvrages inutilisés actuellement, de section réduite, sont fermés par des dalettes en béton armé qui affleurent sur la piste. Ils sont totalement obstrués.

- Digue de fermeture. La digue de fermeture raccorde l'extrémité Nord de la digue de bouchure à l'extrémité Sud de TOUND BIRETTE. Son linéaire est de 1200 mètres.
- Digue de bouchure. La digue de bouchure assure la fermeture de l'ancien mineur du fleuve entre le barrage proprement dit et la digue de fermeture. Elle correspond à la portion revêtue de bitume de la digue entre le barrage et la plate forme douanière Mauritanienne, son linéaire est de 650 mètres.

A.4.3 méthodologies des reconnaissances et expertises

A.4.3.1 Travaux topographiques et bathymétriques

Une campagne topographique terrestre a été effectuée sur l'ensemble des aménagements faisant l'objet de la présente étude.

En complément, au niveau de chaque ouvrage hydraulique, un levé bathymétrique a été exécuté afin de déterminer l'état d'envasement amont et aval des ouvrages.

TRAVAUX TOPOGRAPHIQUES

Sur l'ensemble des aménagements décrits ci-dessus les travaux topographiques ont consisté :

- Au levé de profils en travers des endiguements et des pistes associées suivant un espacement de 100 mètres en moyenne,
- Au levé d'un profil en long sur l'axe de la crête de digue et des pistes,
- Au niveau des ouvrages hydrauliques, au levé détaillé de points significatifs sur les structures émergées constituant le génie civil.

TRAVAUX BATHYMETRIQUES

Ces travaux ont consisté en la réalisation de profils topographiques perpendiculaires au chenal d'écoulement, suivant un espacement de 3 mètres. Les levés ont débordé de part et d'autre des ouvrages de 10 mètres environ (fonction des conditions d'accès).

RENDU

Les documents établis par le Cabinet MCG à l'issue des travaux de terrain comprendront :

- Un plan général d'assemblage à une échelle appropriée (1/10000^{ème} ou autre),
- Les profils en long des digues à l'échelle 1/2000^{ème} avec positionnement des profils en travers et des ouvrages hydrauliques.
- Les profils en travers des digues à l'échelle 1/500^{ème}
- Les plans des ouvrages hydrauliques avec levés bathymétriques

A.4.3.2 Reconnaissances géophysiques

Une campagne générale de prospection géophysique a été effectuée au niveau des endiguements principaux. En accord avec la SOGED, les 8 diguettes de la rive gauche ont été écartées de cette prospection.

Cette expertise a permis d'apprécier les dégradations, détériorations ou autres désordres à l'intérieur du corps des digues, non visibles à l'œil lors du diagnostic détaillé de l'expert en géotechnique.

Les tronçons suivants ont été inspectés :

➤ En rive droite,

- ◆ L'endiguement principal de 76.5 km de long, entre le carrefour de Bouhajra (extrémité Ouest de la digue) et la digue dite chinoise (extrémité Est de la digue), et les ouvrages hydrauliques associés
- ◆ La digue de Bell, et les ouvrages hydrauliques associés
- ◆ La digue de fermeture.

En concertation avec la SOGED, la digue de bouchure n'a pas été investiguée en raison de la présence d'un rideau de palplanches métalliques assurant l'étanchéité de l'ouvrage.

➤ En rive gauche,

- ◆ L'endiguement principal continu de 79.5 km de longueur entre le PK 0 de la digue (face des locaux du Parc du Djoudj) et la ville de Rosso-Sénégal (extrémité Est de la digue), et les ouvrages hydrauliques associés
- ◆ La digue de fermeture.

Ces travaux ont été effectués selon le planning suivant :

Date	Événements
Lundi 21/02/05	Départ équipe géophysique pour Rosso avec le chef du projet adjoint
Mardi 22/02/05	Prise de contact avec la SOGED Reconnaissance de terrain Rive droite
Mercredi 23/02/05	Premières mesures géophysiques
Du 15 au 17/03/05	Panne de la voiture
Du 20 au 28/03/05	Panne appareil géophysique Km62 du PK0
28/03/05	Reprise des reconnaissances sous le pilotage de M. CHIGNOLI, expert géotechnicien de BRL
4/04/05	Fin GPH rive droite y compris digue de fermeture
5/04/05	Début GPH rive gauche (digue de fermeture)
6/04/05	GPH digue de Tieng, N'digue et de Rhône
7/04/05	GPH digue principal
20/04/05	Fin GPH rive gauche PK 76.600

A.4.3.3 Géotechnique

Michel CHIGNOLI, Spécialiste en géotechnique et Génie Civil, Chef de Projet BRLi pour l'étude de réparation et de consolidation des endiguements du fleuve Sénégal de Diama à Rosso a effectué, du 22 Mars au 07 Avril 2005, une mission à la SOGED se situant dans le cadre des visites de terrains prévues pour le diagnostic de l'état des ouvrages.

Michel CHIGNOLI dispose d'une bonne connaissance des ouvrages pour avoir effectué en 2002 une expertise du barrage de DIAMA et des aménagements connexes dans le cadre de l'étude pour la tarification des eaux du fleuve SENEGAL.

Cette mission s'est déroulée suivant le programme ci-après :

22 mars 2005	Arrivée de M CHIGNOLI a la SOGED a Rosso
23 au 28 mars	Inspections des ouvrages de l'endiguement en rive droite avec les Cadres de la Direction Technique de la SOGED
29 mars 2005	Séance de travail avec la Direction Technique de la SOGED au Barrage de Diama,
30 mars au 04 avril	Inspections des ouvrages de l'endiguement en rive gauche avec les Cadres de la Direction Technique de la SOGED
05 avril 2005	Séance de travail avec la Direction Technique de la SOGED au Barrage de Diama,
06 avril 2005	Voyage Diama – Rosso par l'endiguement rive droite
07 avril 2005	Voyage Rosso – Nouakchott et départ pour Nimes

A la réunion de fin de mission, qui s'est tenue le 05 avril 2005, ont participé pour la SOGED :

- M. Bouba CAMARA : Directeur Technique
- M. Adama CHEÏBANI : Chef Division Exploitation Barrage
- M. Cheikh Tidiane SAMB : Chef Section Génie Civil

Dans le cadre de sa mission de terrain, l'expert géotechnique s'est intéressé à l'ensemble des aménagements entrant dans le cadre de l'étude.

Intervenant également en qualité de Chef de Projet sur cette opération, il a piloté les équipes de travaux topographiques et géotechniques sur le terrain.

Il a effectué une recherche bibliographique détaillée dans le but de dresser une liste de documents conformes à l'exécution permettant de déterminer l'évolution des ouvrages depuis leur construction.

Michel CHIGNOLI a effectué une mission complémentaire en novembre 2005, au cours de laquelle il a inspecté les secteurs anormaux mis en évidence par les reconnaissances géotechniques.

A.4.3.4 Génie civil et Équipements hydromécaniques

La mission des Experts s'est limitée aux ouvrages hydrauliques. Pour simplifier la logistique, les experts ont effectué une mission commune, accompagnée des Cadres de la Direction Technique de la SOGED et d'une équipe d'intervention.

Monsieur Hugo BARBIER, Spécialiste Hydromécanique, et Madame Laure ROUX, Spécialiste Génie Civil, ont effectué, du 23 Mai au 02 Juin 2005, une mission à la SOGED, se situant dans le cadre des visites de terrain prévues pour le diagnostic de l'état des ouvrages (Cf. Chapitre VI.2.1.a. des Termes de Référence et Chapitre 4.1.1 de la Méthodologie et du Plan de travail proposé par BRLi).

Cette mission s'est déroulée en commun, suivant le programme ci-après :

- 23 Mai 2005 : Arrivée de M. BARBIER et Mme ROUX à Nouakchott,
- 24 Mai 2005 : Arrivée de M. BARBIER et Mme ROUX à la SOGED à Diama,
- 25 au 27 Mai 2005 : Inspection des ouvrages de l'endiguement en rive gauche avec M. Alassane TRAORE de la Direction Technique de la SOGED et du personnel d'exploitation,
- 28 au 29 Mai 2005 : Séances de travail au barrage de Diama et Consultation des archives,
- 30 Mai 2005 : Démontage d'une vanne sur l'ouvrage de Tieng. Inspection de 3 ouvrages en rive droite, avec M. Alassane TRAORE de la Direction Technique de la SOGED et du personnel d'exploitation,
- 31 au 1^{er} Juin 2005 : Inspection des ouvrages de l'endiguement en rive droite avec M. Alassane TRAORE de la Direction Technique de la SOGED et du personnel d'exploitation,
- 1^{er} Juin 2005 : Réunion de travail au barrage de Diama avec les Cadres de la Direction Technique de la SOGED. Débriefing de la mission,
- 2 Juin 2005 : Départ de M. BARBIER et Mme ROUX pour Nouakchott.

A la réunion de fin de mission, qui s'est tenue le 1^{er} Juin 2005, ont participé :

- M. Bouba CAMARA : Directeur Technique;
- M. Adama CHEÏBANI : Chef Division Exploitation Barrage;
- M. Cheikh Tidiane SAMBE: Chef Section Génie Civil;
- M. Alassane TRAORE : Chef Section Electromécanique.