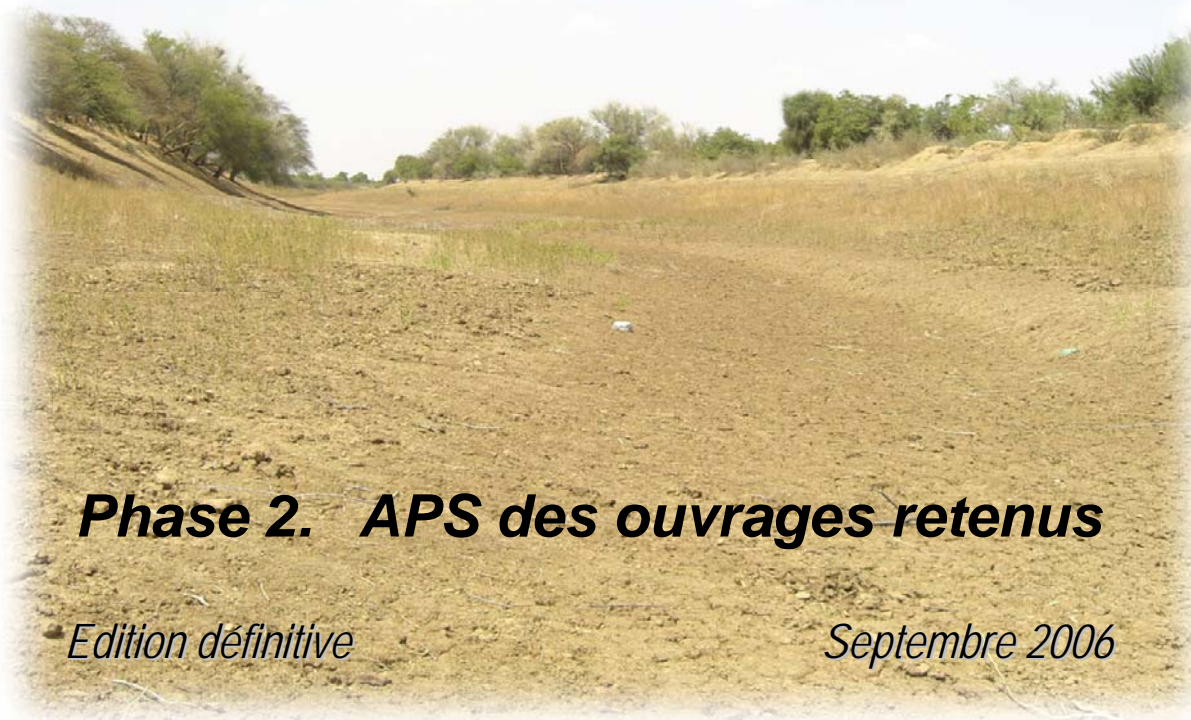




ORGANISATION POUR
LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SÉNÉGAL
(O.M.V.S.)

ETUDE DE FAISABILITÉ DES OUVRAGES
DE REMPLISSAGE ET DE VIDANGE DES
CUVETTES DU BASSIN DU FLEUVE SÉNÉGAL



Phase 2. APS des ouvrages retenus

Edition définitive

Septembre 2006

OUVRAGES DE REMPLISSAGE ET DE VIDANGE DES CUVETTES DU FLEUVE SÉNÉGAL

PHASE 2 : APS DES OUVRAGES RETENUS

PRÉAMBULE

1. PRÉSENTATION GLOBALE DU CONTEXTE ET DES ENJEUX ASSOCIÉS	1
1.1 Contexte géographique, hydrologique et hydraulique	1
1.1.1 Géographie	1
1.1.2 Le climat	3
1.1.3 Géologie et hydrogéologie	3
1.1.4 Traits morphologiques généraux de la vallée alluviale du Sénégal	3
1.1.5 Les principaux axes hydrauliques du fleuve	5
1.1.6 Régime hydrologique naturel	7
1.1.7 Grands aménagements hydrauliques	8
1.1.8 Optimisation de la gestion des Ouvrages.	10
1.2 Contexte socio économique et environnemental	12
1.2.1 Population	12
1.2.2 Élevage	12
1.2.3 La Pêche	13
1.2.4 Contexte écologique et environnemental	15
1.2.5 Navigation (extrait étude de faisabilité et d'APS d'un système de navigation mixte mer-fleuve – BCEOM SCET Tunisie 2002)	18
1.2.6 Agriculture	19
2. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE	26
3. RAPPELS.....	28
4. MISSION DE TERRAIN AU DÉMARRAGE DE LA PHASE 2	29
4.1.1 Concernant les stations de pompage	29
4.1.2 Concernant les cuvettes	30
4.1.3 Conclusion : validation des projets à étudier en APS.	30
5. ETUDES HYDRAULIQUES PRÉALABLES	31
5.1 Conception des ouvrages retenus	31
5.1.1 Système R'Kiz	31
5.1.2 Système Kaédi	31
5.1.3 Cuvette de Nabadji	32
5.1.4 Cuvette de Yédia	39

5.2 Faisabilité hydraulique d'ouvrages en travers du fleuve Sénégal	46
5.2.1 Contexte	46
5.2.2 Impact hydraulique	46
5.2.3 Définition des objectifs	47
5.2.4 Définition des solutions techniques envisageables	47
5.2.5 Situation des ouvrages	48
5.2.6 Analyse hydraulique et géomorphologique	48
5.2.7 Conclusions	50
5.2.8 Propositions	51
6. PRÉSENTATION PAR PROJET	52
7. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE BALEL.....	53
7.1 Contexte	53
7.2 Conception et dimensionnements	54
7.2.1 Les cotes critiques	54
7.2.2 Le calage de l'ouvrage de retenue	55
7.3 La station de pompage	55
7.4 Les installations de pompage	56
7.4.1 Besoins en eau et débits de pompage	56
7.4.2 Définition des pompes	57
7.4.3 Conditions d'installations des groupes de pompage	58
7.4.4 Équipements connexes de la station	58
7.4.5 Les pertuis et seuil déversant	58
7.4.6 Les vannes de remplissage/vidange	59
7.4.7 Le bassin de dissipation	60
7.4.8 L'envergure de l'ouvrage	61
7.4.9 Les locaux techniques	61
7.4.10 Piste d'accès à la station	61
7.5 Avant Projet Sommaire	62
7.5.1 Les composantes et la description de l'ouvrage	62
7.5.2 Détails quantitatifs et estimatifs	65
7.6 Analyse Coûts avantages	65
7.7 Impacts environnementaux	65
8. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE ORKADIÉRE	66
8.1 Contexte	66
8.2 Situation initiale, diagnostic et propositions.	66
8.3 Avant Projet Sommaire	70
8.3.1 Description des équipements	72
8.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs	73
8.4 Analyse coûts avantages	73
8.5 Impacts environnementaux	74

9. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE HAMADI OUNARÉ A	74
9.1 Contexte	74
9.2 Situation initiale et diagnostic	75
9.3 Avant Projet Sommaire	78
9.3.1 Description des équipements	80
9.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs	81
9.4 Analyse coûts avantages	82
9.5 Impacts environnementaux	82
10. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE GRANDE DIGUE TELLEL	83
10.1 Contexte	83
10.2 Situation initiale et diagnostic	84
10.3 Avant Projet Sommaire	88
10.3.1 Description des équipements	90
10.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs	91
10.4 Analyse coûts avantages	91
10.5 Impacts environnementaux	91
11. OUVRAGE : CUVETTE DE NABADJI.....	92
11.1 Contexte	92
11.2 Conception de l'ouvrage	93
11.2.1 Fonctionnement hydraulique	93
11.2.2 Les objectifs de l'ouvrage	93
11.2.3 Les contraintes de conception de l'ouvrage	94
11.2.4 Dimensionnement de l'ouvrage	95
11.3 Avant Projet Sommaire	98
11.3.1 Description de l'ouvrage	98
11.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs	99
11.4 Analyse coûts avantages	99
11.5 Impacts environnementaux	100
12. OUVRAGE : CUVETTE DE YÉDIA.....	100
12.1 Contexte	100
12.2 Conception de l'ouvrage	101
12.2.1 Fonctionnement hydraulique	101
12.2.2 La conception de l'ouvrage	102
12.2.3 Les objectifs de l'ouvrage	102
12.2.4 Les contraintes de conception	103
12.2.5 Dimensionnement de l'ouvrage	104
12.3 Avant Projet Sommaire	107
12.3.1 Description de l'ouvrage	107
12.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs	109

12.4 Analyse coûts avantages	110
12.5 Impacts environnementaux	110
13. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE PPG1	111
13.1 Contexte	111
13.2 Situation initiale et diagnostic actuel	112
13.2.1 Génie civil de la Station de pompage du PPG I	112
13.2.2 Équipements de la Station de pompage du PPG I	113
13.2.3 Diagnostic	118
13.2.4 En résumé	125
13.3 Avant Projet Sommaire	125
13.3.1 Génie Civil	125
13.3.2 Équipements	126
13.3.3 Détail quantitatif et estimatif	127
13.4 Analyse coûts - avantages	127
13.5 Impacts environnementaux	128
14. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE PPG2	129
14.1 Contexte	129
14.2 Situation initiale	129
14.2.1 Génie civil de la Station de pompage du PPG II	129
14.2.2 Équipement de la Station de pompage du PPG II	130
14.3 Diagnostic	136
14.3.1 Génie Civil	136
14.3.2 Équipements	137
14.4 Avant Projet Sommaire	143
14.4.1 Génie civil	143
14.4.2 Équipements	143
14.4.3 Détail quantitatif et estimatif	145
14.5 Analyse coûts - avantages	146
14.6 Impacts environnementaux	147
15. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE BELLARA.....	149
15.1 Contexte	149
15.2 Situation initiale et Diagnostic	150
15.2.1 Situation initiale	150
15.2.2 Diagnostic	154
15.3 Avant Projet Sommaire	167
15.3.1 Génie Civil	167
15.3.2 Équipements	167
15.3.3 Détail quantitatif et estimatif	168
15.4 Analyse coûts - avantages	169
15.5 Impacts environnementaux	170

16. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE R’KIZ	171
16.1 Contexte	171
16.2 Situation initiale et diagnostic	171
16.2.1 Situation initiale	171
16.2.2 Diagnostic	173
16.3 Avant Projet Sommaire	177
16.3.1 Génie civil	177
16.3.2 Équipements	177
16.3.3 Détail quantitatif et estimatif	177
16.4 Analyse coûts - avantages	178
16.5 Impacts environnementaux	178
17. OUVRAGE : CUVETTE PPG2	179
17.1 Contexte	179
17.2 Situation initiale et diagnostic	180
17.3 Avant Projet Sommaire	182
17.3.1 Détail quantitatif et estimatif	184
17.4 Analyse coûts - avantages	184
17.5 Impacts environnementaux	185
18. OUVRAGE : CUVETTE DU SOKAM	187
18.1 Contexte	187
18.2 Situation initiale et diagnostic	188
18.2.1 Situation actuelle	189
18.3 Avant Projet Sommaire	190
18.3.1 Détail quantitatif et estimatif.	192
18.4 Analyse coûts - avantages	193
18.5 Impacts environnementaux	194
19. OUVRAGES AMONT (MALI).....	197
19.1 Contexte	197
19.2 Situation actuelle	198
19.3 Avant Projet Sommaire	200
19.3.1 Présentation de la solution proposée	200
19.3.2 Gestion des pièces de rechange	202
19.3.3 Avantages et inconvénients de la solution retenue	203
19.3.4 Estimatif	204
19.3.5 Recommandation	204
19.3.6 Approfondissement de la réflexion sur la standardisation	204

20. TERMES DE RÉFÉRENCES DES AVANT PROJETS DÉTAILLÉS DES OUVRAGES	209
20.1 Préambule	209
20.2 Station de pompage de BALLELE	210
20.2.1 Contexte et Objectifs	210
20.2.2 Objet de l'APD	210
20.2.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	210
20.2.4 Investigations Préalables	211
20.2.5 Études techniques	212
20.2.6 Détail Quantitatif et Estimatif	212
20.2.7 Dossier Technique	213
20.2.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	213
20.3 Station de pompage de ORKADIÉRÉ	214
20.3.1 Contexte et Objectifs	214
20.3.2 Objet de l'APD	214
20.3.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	214
20.3.4 Investigations Préalables	215
20.3.5 Etudes techniques	216
20.3.6 Détail Quantitatif et Estimatif	216
20.3.7 Dossier Technique	217
20.3.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	217
20.4 Station de pompage de OUNARÉ	218
20.4.1 Contexte et Objectifs	218
20.4.2 Objet de l'APD	218
20.4.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	218
20.4.4 Investigations Préalables	219
20.4.5 Etudes techniques	220
20.4.6 Détail Quantitatif et Estimatif	220
20.4.7 Dossier Technique	221
20.4.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	221
20.5 Station de pompage de Grande Digue TELLELE	222
20.5.1 Contexte et Objectifs	222
20.5.2 Objet de l'APD	222
20.5.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	222
20.5.4 Investigations Préalables	223
20.5.5 Etudes techniques	224
20.5.6 Détail Quantitatif et Estimatif	224
20.5.7 Dossier Technique	225
20.5.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	225
20.6 Ouvrage vannes de NABADJI	226
20.6.1 Contexte et Objectifs	226
20.6.2 Objet de l'APD	226
20.6.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	226
20.6.4 Investigations Préalables	227
20.6.5 Etudes techniques	228
20.6.6 Détail Quantitatif et Estimatif	228
20.6.7 Dossier Technique	229
20.6.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	229

20.7 Ouvrage vannes de YÉDIA	230
20.7.1 Contexte et Objectifs	230
20.7.2 Objet de l'APD	230
20.7.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	230
20.7.4 Investigations Préalables	231
20.7.5 Etudes techniques	232
20.7.6 Détail Quantitatif et Estimatif	232
20.7.7 Dossier Technique	233
20.7.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	233
20.8 Station de pompage PPG1	234
20.8.1 Contexte et Objectifs	234
20.8.2 Objet de l'APD	234
20.8.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	234
20.8.4 Investigations Préalables	235
20.8.5 Etudes techniques	236
20.8.6 Détail Quantitatif et Estimatif	236
20.8.7 Dossier Technique	237
20.8.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	237
20.9 Station de pompage PPG2	238
20.9.1 Contexte et Objectifs	238
20.9.2 Objet de l'APD	238
20.9.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	238
20.9.4 Investigations Préalables	239
20.9.5 Etudes techniques	240
20.9.6 Détail Quantitatif et Estimatif	240
20.9.7 Dossier Technique	241
20.9.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	241
20.10 Station de pompage de BELLERA	242
20.10.1 Contexte et Objectifs	242
20.10.2 Objet de l'APD	242
20.10.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	242
20.10.4 Investigations Préalables	243
20.10.5 Etudes techniques	244
20.10.6 Détail Quantitatif et Estimatif	244
20.10.7 Dossier Technique	245
20.10.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	245
20.11 Station de pompage de R'KIZ	246
20.11.1 Contexte et Objectifs	246
20.11.2 Objet de l'APD	246
20.11.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	246
20.11.4 Investigations Préalables	247
20.11.5 Etudes techniques	248
20.11.6 Détail Quantitatif et Estimatif	248
20.11.7 Dossier Technique	249
20.11.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	249
20.12 Ouvrages Cuvette PPG2	250
20.12.1 Contexte et Objectifs	250
20.12.2 Objet de l'APD	250
20.12.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage	250
20.12.4 Investigations Préalables	251
20.12.5 Etudes techniques	252
20.12.6 Détail Quantitatif et Estimatif	252
20.12.7 Dossier Technique	253
20.12.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	253

20.13	Ouvrages cuvette de SOKAM	254
20.13.1	Contexte et Objectifs	254
20.13.2	Objet de l'APD	254
20.13.3	Caractéristiques principales de l'ouvrage	254
20.13.4	Investigations Préalables	255
20.13.5	Etudes techniques	256
20.13.6	Détail Quantitatif et Estimatif	256
20.13.7	Dossier Technique	257
20.13.8	Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	257
20.14	Ouvrages GMP MALI	258
20.14.1	Contexte et Objectifs	258
20.14.2	Objet de l'APD	258
20.14.3	Caractéristiques principales de l'ouvrage	258
20.14.4	Etudes techniques	259
20.14.5	Détail Quantitatif et Estimatif	259
20.14.6	Dossier Technique	260
20.14.7	Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage	260

PRÉAMBULE

Il y a maintenant plus de trente ans (1972), « *le Mali, la Mauritanie et le Sénégal ont décidé de mettre en synergie leurs moyens en créant l'Organisation pour la mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS)*. L'objectif principal de cette entreprise est d'assurer une gestion rationnelle et durable des ressources du bassin du fleuve Sénégal au bénéfice des populations de la sous-région. Un programme d'infrastructures mis en place à vu les barrages de Diama et Manantali mis en eau respectivement en 1986 et 1987. Puis a ensuite été associé à ces deux ouvrages un endiguement des deux rives au niveau du Delta pour assurer un stockage d'eau douce en permanence durant toute l'année.

La mise en service de ces deux barrages a constitué un facteur stimulant pour le développement socio-économique du bassin particulièrement dans le secteur hydro-agricole, l'approvisionnement en eau de certains centres urbains et localités rurales et l'énergie hydroélectrique.

Les objectifs essentiels de ces deux ouvrages sont ainsi :

- pour le barrage de Manantali :
 - ◆ production d'énergie hydroélectrique, grâce à la centrale hydroélectrique de Manantali
 - ◆ soutien d'étiage pour l'irrigation et la navigation pérenne
 - ◆ soutien d'une crue minimale pour assurer entre autres les cultures de décrue
 - ◆ laminage des crues exceptionnelles et réduction des risques d'inondation dans la vallée
- pour le barrage de Diama
 - ◆ protection contre la remontée du front salin
 - ◆ réserve d'eau douce pour l'AEP et l'irrigation
 - ◆ relèvement du plan d'eau amont pour la navigation et l'alimentation des axes hydrauliques

Ceci a également été à l'origine de profondes mutations tant au niveau de la vie et de l'activité des riverains du fleuve qu'au niveau du milieu naturel fortement influencé par les nouvelles conditions d'humidité et l'arrêt de l'intrusion saline.

L'exploitation de ces ouvrages ne s'est pas traduite immédiatement par la diversification attendue des usages de l'eau et donc des activités de développement liées ; elle a également engendré un certain nombre d'impacts négatifs sur l'environnement du bassin et certaines activités socio-économiques.

Les conseils des ministres de Nouakchott et Bamako (1996 et 1997) ont alors approuvé les recommandations du comité de planification de l'OMVS en faveur de l'utilisation rationnelle de l'eau régulée et notamment pour la navigation et les cultures de décrue.

Un certain nombre d'études de planification ont ensuite été initiées pour optimiser la gestion de l'eau afin de garantir les divers usages : le POGR, permettant une gestion optimisée de la crue, les documents de gestion des barrages, des documents de planification et développement de l'irrigation (PDIAIM en Mauritanie, Stratégie Nationale de l'Irrigation pour le Mali), Plans directeurs Rive Gauche et Rive Droite (PDRD et PDRG).

La Charte des Eaux ratifiée par les chefs d'Etat le 28 mai 2002 dans le cadre de l'OMVS, dans les principes et modalités de la répartition des eaux entre les usages, réaffirme le principe de la gestion équilibrée de la ressource en eau avec la prise en compte du «soutien à l'agriculture (de décrue, irriguée), au cheptel et à la pêche continentale». De par cette Charte, la fonction de soutien de crue est donc, devenue une fonction permanente pour la satisfaction des besoins en eau pour «l'agriculture, l'élevage, la sylviculture, la pêche, la faune, la flore et l'environnement».

Toutes les initiatives précédentes, qui tendent à améliorer la gestion durable de l'eau, sont à prolonger par la mise en œuvre d'actions concrètes permettant de développer cet usage rationnel des eaux dans le respect de l'environnement social et écologique.

C'est l'objet de la présente étude qui constitue un exemple concret d'application visant à identifier les conditions pratiques de développement et de gestion de la superficie des cultures de décrue ; ceci notamment grâce au recours à la réalisation d'ouvrages permettant de contrôler leur remplissage et leur vidange.

1. PRÉSENTATION GLOBALE DU CONTEXTE ET DES ENJEUX ASSOCIÉS

Ce chapitre présente les principales caractéristiques du contexte physique puis socio-économique et environnemental dans lequel s'inscrit le projet. Il s'agit ici de donner les informations permettant de préciser les enjeux liés au projet et l'ensemble des contraintes pesant sur la gestion du fleuve et par là même sur les ouvrages de régularisation (et particulièrement Manantali qui conditionne les écoulements sur la zone d'étude).

1.1 CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE, HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

1.1.1 Géographie

Le fleuve Sénégal, long d'environ 1.800 km, prend sa source en tant que Bafing, dans le massif du Fouta-Djalon, en Guinée, à une altitude d'environ 800 m au-dessus du niveau de la mer. Il traverse d'abord le nord de la Guinée, puis le Mali en direction nord et nord-ouest. Après s'être joint au Bakoye à la hauteur de Bafoulabé, le fleuve prend le nom de Sénégal.

Après avoir traversé la partie occidentale du Mali, il constitue la frontière entre le Sénégal et la Mauritanie sur quelques 870 km de régions subdésertiques formant les confins occidentaux du Sahel avant de se jeter dans l'Océan, au sud de la ville de Saint-Louis, dans une lagune reliée à l'Atlantique.

La surface totale du bassin du fleuve est imprécise et toute la partie sahélienne, où la pluviométrie est extrêmement faible, ne possède pas de réseau hydrographique vraiment apparent. Généralement, on retient que le bassin versant du fleuve Sénégal comprend une surface de l'ordre de 340 000 km² répartie comme suit entre les Etats riverains :

➤ Guinée	31.000 km ²
➤ Mali	206.000 km ²
➤ Mauritanie	75.500 km ²
➤ Sénégal	27.500 km ²

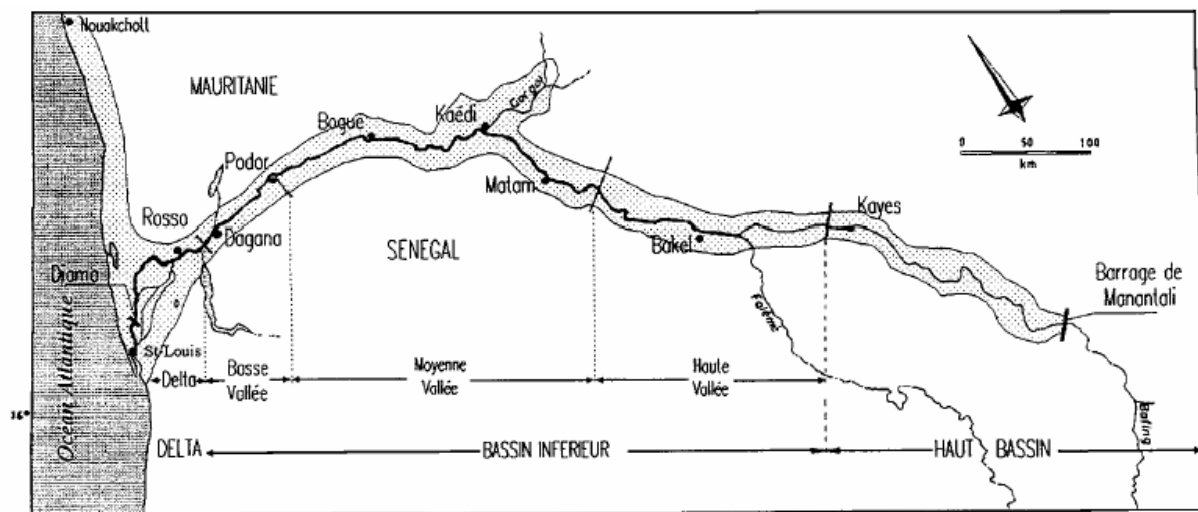
Au niveau de la sous- région étudiée, le bassin du fleuve Sénégal est en général divisé selon les trois zones suivantes :

- le Haut – Bassin, en amont de Bakel/Gouraye, à quelques 50 km en aval du confluent de la Falémé et de la frontière mauritano-malienne. Il fournit la quasi totalité du débit du fleuve. Les précipitations de 700 à 2.000 mm/an durant les mois d’été sur le Haut Bassin entraînent les crues annuelles du fleuve Sénégal de juillet à octobre dans la vallée. Le barrage de Manantali est construit sur le Bafing à environ 143 km en amont du confluent avec le Bakoye.
- La Vallée (ou la Moyenne et Basse Vallée) qui s’étend de Gouraye/Bakel à Tékane/Dagana. Large de 15 à 30 km, elle a une pente très faible (0,013 pour mille) et forme une plaine alluviale de marigots et de petits bassins inondés chaque année par les crues du fleuve. En aval de Kaédi, le cours principal du fleuve se dédouble sur la rive gauche en un bras secondaire important, le Doué, formant ainsi l’île à Morfil. En aval de Lexeiba/Podor, le Doué rejoint le Sénégal duquel il avait été séparé sur une longueur d’environ 245 km.

La Basse Vallée s’étend du barrage de Diama à Tékane (environ 40 km en amont de Rosso).

- Le Delta qui va de l’embouchure (bec de canard au sud de N’Diago) jusqu’au barrage de Diama, implanté à la hauteur du village de Birette.

Figure 1 : Découpage de la vallée du fleuve Sénégal



1.1.2 Le climat

Dans la vallée, il est de type sahélien caractérisé par une pluviométrie croissante en remontant du delta vers la frontière malienne. Toutefois, on note un déplacement des isohyètes vers le Sud, de telle sorte que la pluviométrie moyenne des trois dernières décades est de l'ordre de 200 mm/an à N'Diogo près de l'Atlantique, 250 mm/an à Rosso, 350 mm/an à Kaédi et 450 mm/an à Gouraye / Khabou.

Tout au long de la vallée, on différencie trois saisons principales : (i) la saison des pluies ou hivernage, de juillet à octobre, (ii) la saison sèche froide, de novembre à février, et (iii) la saison sèche chaude, de mars à juin.

De la côte jusqu'à la hauteur de Rosso, l'influence atténuante du climat maritime est perceptible ; en amont, le climat continental est de règle. L'humidité relative oscille entre moins de 15% en saison sèche et plus de 80% en hivernage. Les vents dominants sont l'harmattan en saison sèche, un vent chaud et sec soufflant du Nord ou Nord-Est, et la mousson venant du Sud-Ouest et de l'Ouest en hivernage.

1.1.3 Géologie et hydrogéologie

Certains problèmes environnementaux, notamment ceux liés à la salinité des sols, nécessitent un retour rapide dans la préhistoire. La Vallée, de l'embouchure jusqu'à près de Gouraye, fait partie du « bassin Sénégal-Mauritanien » limité à l'Est par la péri plaine de « l'Arc des Mauritanides ». Ce bassin a été inondé à plusieurs reprises, puis de nouveau exondé, par l'avancée de l'Océan Atlantique. Les submersions successives ont laissé des dépôts de sable et de coquillages marins encore apparents à l'heure actuelle jusqu'au niveau de Maghama. La sédimentation des dépôts et d'autres éléments d'érosion a formé des couches sablo-argileuses ou grés-argileuses recouvertes généralement d'une cuirasse ferrugineuse. La combinaison des différentes phases marquées par les incursions marines, d'une part, et les apports d'érosions d'autre part, ont conduit à une très grande hétérogénéité des formations en présence. Il en résulte une forte variabilité sur le plan de la perméabilité et de la transmissivité des différentes couches du sol et du sous-sol. Il en est de même des dépôts de sel laissés dans le sous-sol par les incursions marines successives.

1.1.4 Traits morphologiques généraux de la vallée alluviale du Sénégal

En aval de Bakel (à 800 km de l'embouchure), le fleuve entre dans une dépression où il façonne une multitude de méandres et de cuvettes. Chaque année, entre août et octobre, le fleuve Sénégal déborde de son chenal principal, envahit cette dépression et y inonde de vastes superficies pouvant varier de quelques centaines d'hectares en année de faible pluviosité dans le haut bassin à plus de 500.000 ha dans les années les plus humides.

Avant la mise en service des barrages de Manantali et Diama, le régime du fleuve du fleuve était caractérisé par un marnage important (jusqu'à 10 m), et un étiage prononcé (de mars à juin) pouvant entraîner un débit nul en fin de saison sèche. Cette situation favorisait une remontée de la langue salée à plus de 200 km de l'embouchure, salinité périodiquement repoussée vers l'aval à partir du mois de juin par la crue.

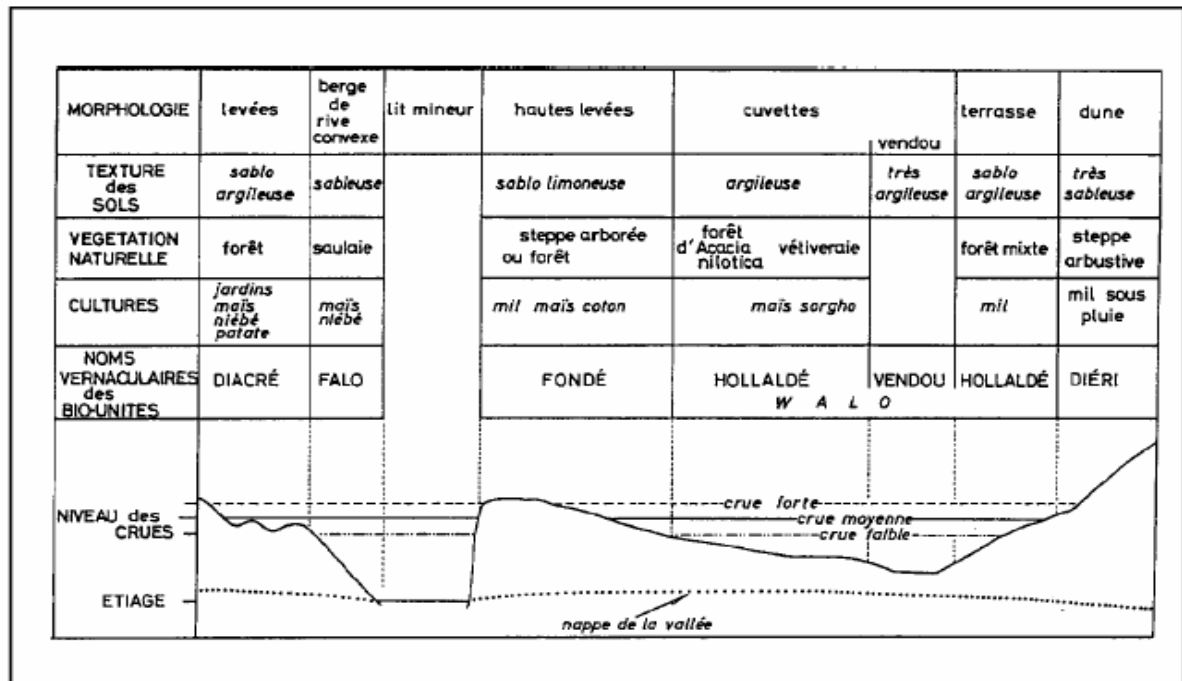
La morphologie de la vallée alluviale se caractérise par un ordonnancement des paysages allant du lit mineur (zone d'écoulement des basses-eaux) au lit majeur, occupé par les eaux en période de crue.

Le lit mineur du fleuve est bordé sur chaque rive par de hautes levées appelées *fondé* (voir figure 2) qui isolent en arrière-plan des étendues à topographie plus basse, qui se présentent sous forme de cuvette ou *walo*. Ces cuvettes de forme et de surfaces variables en fonction des zones sont appelées plaines d'inondation puisque leur submersion dépend de l'importance de la crue. La plupart des plaines d'inondation sont raccordées au fleuve par un système souvent complexe : les eaux du fleuve transitent par le défluent qui communique avec la plaine d'inondation par le biais de marigots. C'est le cas, par exemple, de la cuvette de Thiemping qui est en liaison avec le fleuve par le marigot de Kanel et le Navel.

Dans la moyenne vallée et le delta on distingue trois grands ensembles morpho-pédologiques, spatialement imbriqués :

- Les cuvettes de décantation (appelées walo) : ce sont de vastes zones dépressionnaires, plates, argileuses et reliées à un ou plusieurs défluent. Les sols localement désignés par le terme « *hollaldé* » sont caractérisés, par une couche supérieure contenant en moyenne 55 % d'argile de type kaolinite. Les autres caractéristiques principales sont une faible perméabilité et une salinité résiduelle (dans le delta) aux origines fossiles avec les dépôts marins.
- Les levées fluviodeltaïques : ce sont des terrains formés de sables et de limons en bordure des marigots et des cuvettes de décantation. Ces terres sont désignées localement sous le nom de « *fondé* ». Elles ne sont que très rarement atteintes par les eaux de crue. Elles se rencontrent dans toute la moyenne vallée ;
- Les dunes : ce sont des zones sableuses localisées soit en bordure du walo soit entre les cuvettes de décantation. Ces terres sont appelées « *diéri* ». L'alignement dunaire nord-nordest/ sud-sud-ouest est caractéristique du bas Delta.

Figure 2 : Les unités naturelles du fleuve Sénégal et leur utilisation (Michel P., 1973)



Les affluents du réseau hydrographique sont constitués pour la plupart de petits bassins versants (à l'exception du Gorgol et du Ferlo) qui ne mobilisent que de faibles volumes annuels. A ce réseau, il faut ajouter d'anciens chenaux d'écoulement du fleuve, isolés par des dépôts de sédiments qui sont redynamisés en fonction de l'ampleur de la crue.

Les cuvettes d'inondation se caractérisent par le fait qu'elles sont le plus souvent reliées au fleuve ou au défluent par un chenal d'alimentation et de vidange. Parfois cette configuration est plus complexe avec des cuvettes qui sont alimentées et vidangées par des chenaux différents. Quelquefois elles se vidangent les unes dans les autres.

1.1.5 Les principaux axes hydrauliques du fleuve

Les principaux affluents du Sénégal sont situés au Mali et en Guinée (Bafing, Bakoye, et Falémé qui forme, sur une grande partie de son parcours, la frontière entre les Républiques du Mali et du Sénégal).

En Mauritanie, le Karakoro et le Gorgol alimentent le fleuve Sénégal de façon peu significative en apportant un débit plus ou moins important en hivernage. Pour être complet, il faut citer le Gorfa et le Niordé à la hauteur de Maghama et le Guéluar près de Dirol, à l'aval de Kaédi.

On peut y ajouter, du côté mauritanien, deux grandes dépressions naturelles qui sont sous la dépendance hydraulique du fleuve et qui peuvent former des réservoirs naturels moyennant certains aménagements :

- le lac de R'Kiz et
- la dépression de l'Aftout-El-Sahel en Mauritanie.

De plus, le fleuve est relié à de nombreux affluents et défluent ou marigots qui participent au remplissage et à la vidange du lit majeur qui atteint par endroits une vingtaine de km de largeur (notamment dans la moyenne vallée). Ces marigots jouent le rôle de canaux d'aménée d'une part au droit des cuvettes d'inondation et d'autre part au droit des stations de pompage entête des périmètres irrigués.

En rive droite, en aval du Guéluar, les défluent les plus importants sont le Tiangol, le Koundi, le Diou, les marigots de Laouvaja et de Sokam qui alimentent le Lac de R'Kiz. ainsi que le Garak, le Gouère et l'Afout Es Saheli.

Enfin on trouve les adducteurs du delta en aval de Rosso qui sont les suivants en remontant le fleuve de Diama à Rosso : (i) Diawling – N'Thiallakht, (ii) Aftout, (iii) N'Diader, (iv) Diallo – Dioup, (v) Guère – Ibrahima, (vi) M'Pourié.

Concernant la partie Sénégalaise (Rive Gauche), on rencontre principalement de l'amont vers l'aval :

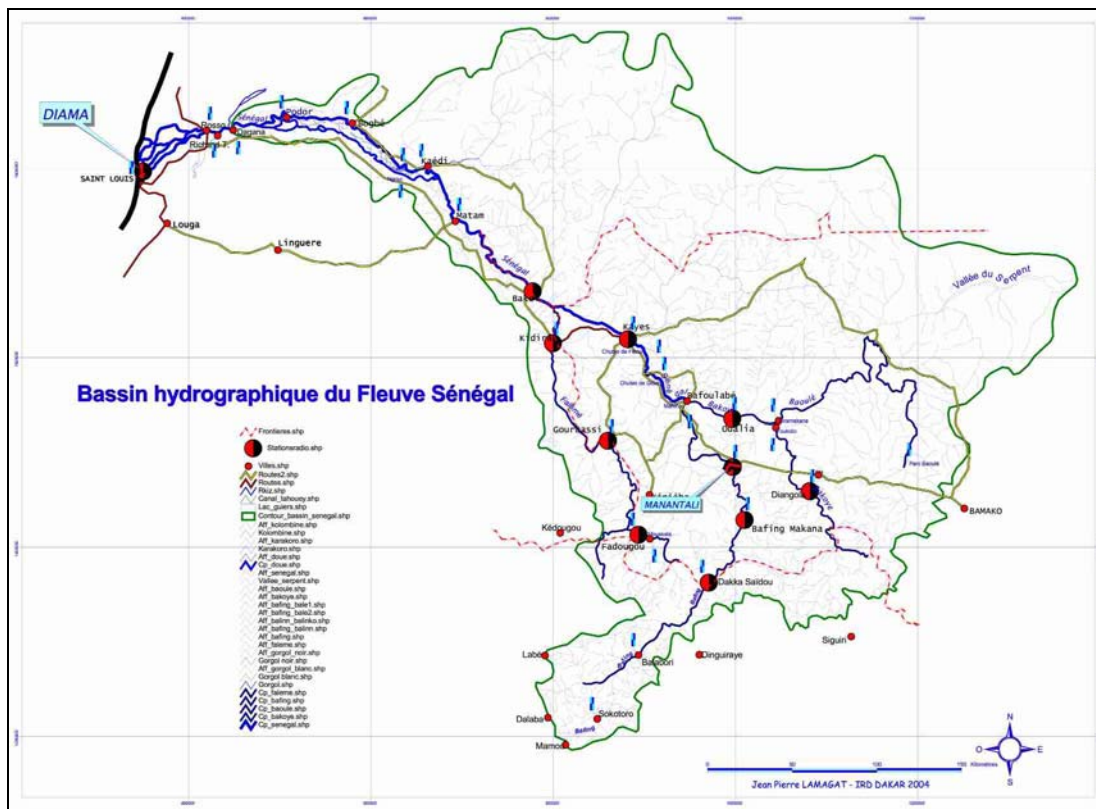
- Au niveau de la haute vallée
 - ◆ le Ndiawar sur 15 km à l'aval de Bakel,
- Au niveau de la moyenne vallée
 - ◆ Le Tchangol Balol sur 30 km dans la boucle de Waoundé,
 - ◆ le Diamel, long de 80 km de Matam à Thilogne se ramifiant lui-même en de nombreux bras secondaires (Hiabrongal, Dialogue, Thiamala, etc.).
 - ◆ Le Doué : à hauteur de Galoya, le fleuve se dédouble en deux branches (dont l'une constitue le Doué) qui rejoignent plus en aval pour former l'île à Morphil. Le Doué, long d'environ 225 km, présente une capacité de transit au moins aussi importante que le fleuve lui-même. Il est en outre le principal vecteur d'alimentation des défluent secondaires à travers lesquels sont alimentés les cuvettes d'inondation de Ngoui, Ndioum et Guédé.
 - ◆ Le Galenka qui enserre la cuvette de Nianga sur 40 km de longueur.
 - ◆ Le Thiamala qui prend sa source à la défluence du Doué et alimente la cuvette de Diaba.
 - ◆ le Gayo, Daddevol, le Yoli Dialol, le Boléro, le Marda, le Barriguira.
 - ◆ Le N'galenka.
 - ◆ le Diossorol, le Ouali Diala.
- Au niveau du Delta
 - ◆ La grande réserve d'eaux douces du lac de Guiers, vaste dépression alimentée par le fleuve via le chenal de la Taoué qui a fait l'objet de travaux de rectification entre 1974 1976 et permet le transit d'environ 100 m³ /s, en période forte crue.
 - ◆ Le réseau hydrographique complexe du delta comprenant : le Gorom (de Ronkh à Boudoum), le Lamsar de Boudoum à Dakar Bango avec ses prolongements vers le Ngalam et les 3 Marigots. Le Kassak, ancien cours du Lamsar, se prolonge par le Diowol et le Natché qui servent aujourd'hui de drains aux aménagements de la SAED.
 - ◆ Le Djoudj, défluent qui alimente et draine le parc.

- Le réseau de drains qui débouche dans la dépression du Ndiaël à l'est (Niéti Yonn) et à l'ouest (le Marigot de Gombol).

1.1.6 Régime hydrologique naturel

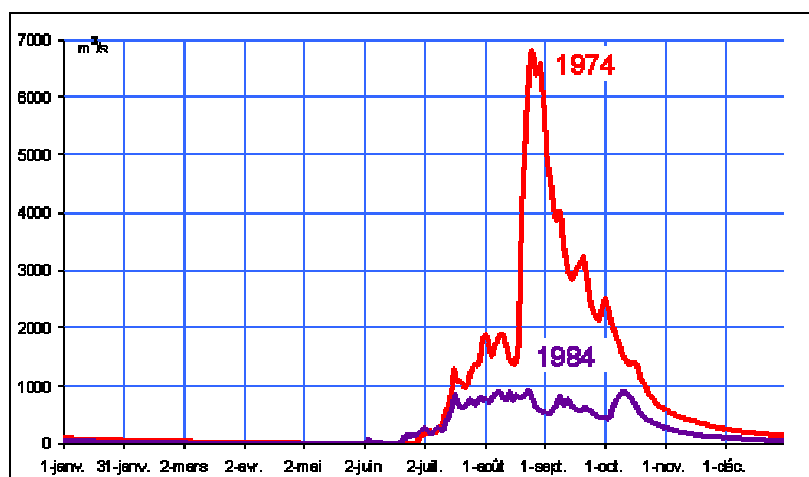
Le bassin versant du fleuve Sénégal recouvre sur 340 000 km² une partie de la Guinée, du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal.

Figure 3 : Carte du bassin versant



Son régime naturel à forte variabilité interannuelle est caractérisé par une période de crue s'étalant de juillet à octobre suivie d'un tarissement progressif qui aboutissait certaines années (avant la construction du barrage de Manantali) à un quasi arrêt de l'écoulement vers les mois de mai ou juin.

Figure 4 : Régime naturel du fleuve Sénégal



La majeure partie de l'écoulement du Sénégal provient de son bassin amont drainé par le Bafing (entre 40 et 60% des apports), le Bakoye et la Falémé qui prennent leur source dans le massif bien arrosé du Fouta Djallon (2000 mm/an). A partir de Bakel situé à 794 km de l'embouchure, le fleuve ne reçoit plus que des apports sporadiques.

Observé depuis un siècle à plusieurs stations hydrométriques, le Sénégal montre une baisse notable de son hydraulité naturelle depuis le début des années 70, comme plusieurs autres cours d'eau d'Afrique de l'ouest. Une légère reprise s'est manifestée toutefois vers la fin des années 90.

1.1.7 Grands aménagements hydrauliques

Dans le but de favoriser le développement de la région et sous l'impulsion de l'OMVS, deux grands barrages ont à ce jour été réalisés : Diama et Manantali.

1.1.7.1 Barrage de Diama

Le barrage de Diama est situé à environ 26 km en amont de Saint-Louis. Avant sa construction (entre 1981 et 1986), la langue salée remontait, en période d'étiage, le fleuve Sénégal et pouvait aller jusqu'à 200 km de l'embouchure. En outre, le régime du fleuve Sénégal était caractérisé par d'importantes variations inter annuelles et saisonnières. En étiage, les débits du Fleuve étaient réduits à des valeurs presque nulles. Ces phénomènes constituaient des obstacles majeurs pour l'exploitation des terres irrigables dans la vallée du fleuve, notamment en saison sèche.

A côté du barrage proprement dit, les endiguements suivants ont été réalisés :

- une digue de bouchure du lit mineur du fleuve Sénégal de 440 m de longueur;
- une digue de fermeture, en rive droite, du lit majeur du fleuve Sénégal de 2.500 m de longueur;
- une digue de fermeture du lit majeur prolongeant les ouvrages en rive gauche jusqu'à Tound N'Guinor;
- des endiguements de protection de la Basse Vallée contre les inondations, en rive droite et en rive gauche. Ceux-ci se composent en rive droite :
 - ◆ d'un endiguement continu de 77 km de longueur dans lequel sont incorporés 9 ouvrages de ré alimentation gravitaire des marigots naturels et d'épandage des crues;
 - ◆ d'une piste de liaison de 9 km reliant l'endiguement au barrage.

Associé à cet endiguement du fleuve, le barrage de Diama permet de maintenir le plan d'eau amont à plus de 2 mètres au dessus du niveau de la mer, hors période de crue. Ainsi, le barrage de Diama a pour objectifs :

- d'empêcher la remontée, en période d'étiage, des eaux salées dans le Delta et la Basse Vallée du fleuve;
- de permettre l'irrigation de 120.000 ha dans la zone d'influence, en combinaison avec la retenue de Manantali, grâce à la constitution d'un réservoir d'eau en amont, de 250 millions m³ à la cote 1,5 IGN, et 585 Mm³ à la cote 2.5 IGN ;
- de permettre la satisfaction des besoins en eau de centres ruraux et urbains;
- de protéger les prises d'eau d'irrigation et d'alimentation en eau existantes ou à réaliser à l'amont du barrage;
- d'améliorer les conditions d'alimentation en eau des marigots et des dépressions liées au fleuve Sénégal, notamment le lac de Guiers, le lac R'Kiz, la dépression de l'Aftout-El-Sahel, le parc du Djoudj, le parc de Diawling, les défluent, en rive droite et en rive gauche, dans le Delta et la Basse Vallée et de réduire les hauteurs de pompage dans la zone d'influence de la retenue du barrage.

1.1.7.2 Barrage de Manantali

Construit entre 1982 et 1988 sur le Bafing, le barrage de Manantali a une capacité de retenue de 11,3 milliards m³ et une hauteur de chute d'environ 50 m. il a donné naissance à une retenue couvrant 477 km² (à la cote 208 m). C'est un ouvrage à buts multiples dont les objectifs sont les suivants :

- l'irrigation de quelques 255.000 ha de terres, potentiel portable à 375.000 ha (objectifs initiaux en cours de révision) grâce aux effets combinés du barrage anti-sel de Diama;
- la production de 800 GWH en moyenne d'énergie pour l'alimentation des capitales des trois États membres de l'OMVS et des régions traversées;
- la navigation pérenne sur le fleuve depuis Saint-Louis jusqu'à Ambidédi (40 km en aval de Kayes);
- l'amélioration de l'alimentation en eau potable des centres urbains et ruraux;

- le soutien des débits de crue : Le but est de réaliser une inondation suffisante du lit majeur dans la vallée pour sécuriser les activités traditionnelles de cultures de décrue, de pêche et d'élevage, ainsi que pour le maintien de l'équilibre écologique. En régime naturel, les superficies de cultures de décrue se situent selon l'importance de la crue entre 140000 et moins de 10000 hectares. Une valeur minimale de 50000 hectares doit être visée avec la crue soutenue.
- l'écrêtement des crues exceptionnelles qui occasionnent périodiquement des dégâts aux cultures et aux villes et villages riverains du fleuve (Manantali ne contrôlant cependant que 45 à 50% des apports à Bakel) ;

Une révision des poids attribués aux différents usages a été effectuée dans le cadre de la mise au point de la Charte des Eaux et des manuels de gestion des barrages.

1.1.7.3 Modifications dues aux infrastructures

Les objectifs qui ont été assignés aux barrages de Diama et de Manantali consistaient à parer aux fluctuations inter-annuelles des écoulements résultant des variations pluviométriques. Il s'agissait d'utiliser le potentiel en eau pour la production d'hydroélectricité, l'intensification de l'irrigation et la navigation sur le fleuve.

Les barrages de Diama et Manantali qui, en répondant aux objectifs cités précédemment apportent une sécurisation dans la gestion de l'eau présentent cependant quelques effets négatifs comme en particulier la prolifération sur certains marigots de végétation aquatique entravant les écoulements entre le fleuve et les dépressions adjacentes.

1.1.8 Optimisation de la gestion des Ouvrages.

Le Programme d'Optimisation de la Gestion des Ouvrages communs de l'OMVS est l'un des volets du P.A.S.I.E. (Programme d'Atténuation et de Suivi des Impacts sur l'Environnement), ensemble d'études permettant d'assurer une gestion « responsable » des aménagements existants de MANANTALI et DIAMA, afin de permettre notamment une gestion inter annuelle efficace y compris en période « sèche »

La nécessité de garantir un productible énergétique garant de la rentabilité de l'ouvrage (800 GWh annuel moyen en période climatique normale (base 1950-1993), 550 GWh annuel moyen en période sèche (1970 – 1993)) impose d'optimiser la crue artificielle, pénalisante pour l'énergie, tout en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement : Cultures de décrue – élevage – pêche – santé – forêts – navigation – nappes - ...

En particulier le volet navigation demandait un débit d'étiage de 300 m³/s (y compris les débits nécessaires pour les autres usages : irrigation....) et l'agriculture irriguée (aménagement en double culture – coefficient 0.6 en contre saison) devait être développée pour tendre vers un potentiel de 375 000 ha.

Chacun des paramètres de l'environnement devait faire l'objet d'une étude détaillée, les résultats synthétiques servant de contraintes au POGR.

Le POGR a été le seul volet réalisé durant la période antérieure à 2000. En outre, et concernant le volet sur l'environnement, seule la pêche a fait l'objet d'une synthèse (financement canadien) qui n'a pas été prise en compte en tant que paramètre d'entrée dans le POGR (décision de l'OMVS et des états).

Le seul critère retenu a été la garantie d'une aire potentiellement cultivable en décrue qui dépasse 50 000 ha.

Cette aire devait être circonscrite au bief MATAM – DAGANA, qui correspond à 80% de la zone des cultures de décrue.

Antérieurement, la crue artificielle proposée jusque là, par GIBB et les projets IRD, nécessitait un volume de $6.6 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ (hydrogramme à Bakel) pour satisfaire les besoins relatifs aux 50 000 ha de culture de décrue évoqués ci-dessus..

Après optimisation, l'IRD a abouti à une crue optimisée dont les bilans en fonction du potentiel cultivable sont contenus dans le tableau ci-dessous.

Tableau 1 : Optimisation de la crue artificielle - Gain relatif en volume - Base crue 1991 GIBB/ORSTOM - Submersion 25 jours - Décrue rapide (débit de soutien nul au 1/10)

Surface cultivable	45 000 ha	50 000 ha	55 000 ha	60 000 ha	65 000 ha	70 000 ha	75 000 ha
Volume de la crue pour une satisfaction des superficies à 90%.	3.909	4.131	4.377	4.613	4.866	5.115	5.383
Économie par rapport à la crue ORSTOM 1 (50 000 ha)	2.679	2.457	2.211	1.975	1.722	1.473	1.205
Économie en % (volume)	38.7	35.2	31.3	27.6	23.6	19.7	15.5

En outre, l'optimisation antérieure (crue artificielle de GIBB) conduisait à un maximum de débit de soutien en étiage ne pouvant dépasser $150 \text{ m}^3/\text{s}$. Cette valeur n'autorisait pas la navigation en période d'étiage et limitait l'irrigation des périmètres aménagés.

L'optimisation de 2002 (POGR, hydrogramme ci-dessous) a conduit à une économie de 2.457 milliards de m^3 . Réparti sur la période d'étiage, ce volume permet de relever le soutien d'étiage de 110 à $150 \text{ m}^3/\text{s}$, soit un débit total d'étiage de 260 à $300 \text{ m}^3/\text{s}$ au minimum (du 15/11 au 15/7) qui satisfait la quasi totalité des contraintes relatives à la navigation.

La prévision saisonnière permet encore d'améliorer les chiffres ci-dessus de 3 à 5 %. Elle est maintenant opérationnelle, un protocole de fourniture des indices pluviométriques autorisant le calcul de la prévision à 3 ou 4 mois a été signé en novembre 2005 entre l'OMVS et Météo France.

Le soutien d'étiage, entièrement turbiné, permet d'accéder à des valeurs de contraintes très améliorées :

- Énergie moyenne annuelle de l'ordre de 1 000 GWh (actuellement 807 Gwh)
- Potentiel cultivable > 50 000 ha
- Possibilité de soutien à 300 m³/s pendant 10 à 11 mois annuellement ce qui devrait permettre de sécuriser la navigation (y compris la période d'hivernage).

Grâce à la crue artificielle garantie, les autres contraintes du P.A.S.I.E. subissent un minimum d'impacts négatifs.

Les valeurs de débits obtenus après l'optimisation 2002 permettent d'assurer toutes les contraintes à 90% - 95% en période défavorable. La réalisation d'ouvrages extrêmement onéreux (type seuil de navigation avec écluse) ne s'impose plus comme une solution évidente même pour la navigation. Une étude économique sera nécessaire au cas par cas.

1.2 CONTEXTE SOCIO ÉCONOMIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

Après un bref rappel des données démographiques et des activités économiques de la vallée, on développe plus longuement les activités liées aux usages de l'eau et les enjeux de préservation des milieux naturels pour apprécier l'ensemble des contraintes associées à la mise en place d'ouvrages de gestion des cuvettes.

1.2.1 Population

La population vivant directement dans la vallée avait été estimée, sur la base des recensements de 1988, à plus de 1,2 millions d'habitants : 160.000 au Mali, 350.000 en Mauritanie et 700.000 au Sénégal. Toutefois, avec un taux de croissance moyen annuel dans la sous-région de l'ordre de 3%, cette population doit être estimée, à l'heure actuelle, à plus de 1,7 millions d'habitants.

1.2.2 Élevage

Concernant la Mauritanie et le Sénégal, l'élevage est une activité traditionnelle dans la vallée, bien que, le plus souvent, il soit pratiqué sous forme « d'élevage domestique » ou « d'élevage de case ». Il s'agit essentiellement de bovins, d'ovins et de caprins. Pendant la saison des cultures, le bétail est conduit sur les terres de dirie qui bénéficient d'une végétation plus ou moins abondante en cette saison. Dès la moisson, les troupeaux reviennent sur les terres de décrue ou irriguées pour profiter des résidus de récolte et de la végétation spontanée abondante.

Le cheptel dans la vallée du fleuve Sénégal constitue une des ressources les plus importantes.

En rive droite, il constitue pour les bovins, les ovins et caprins et les camelins respectivement 33 %, 44 % et 23 % du cheptel national (FAO, 1993). Les effectifs bovins dans cette région varient de 65 000 à 100 000 têtes selon les sources.

En rive gauche, les proportions sont 25 %, 21 % et 41 % du cheptel national (Direction de l'élevage, 1997) respectivement.

Il faut cependant relever que dans le contexte actuel, l'élevage existe dans un état de développement aléatoire avec peu d'intégration avec les autres activités et pour l'ensemble des plaines d'inondation, les conditions de production pastorale restent globalement les mêmes.

De manière générale et traditionnellement les sites du walo présentent un gisement appréciable de pâturages composés essentiellement d'*Echinochloa* sp, *Sporobolus robustus* et de peuplements de gonakiés (*Acacia nilotica*). L'utilisation, en saison sèche, des pâturages sur ces sites inondés par la crue du fleuve a été toujours une solution aux transhumances du bétail.

Bien que, pendant la saison des cultures, les animaux parcourent surtout l'arrière-pays, les dégâts aux cultures sont fréquents et des conflits avec les cultivateurs s'en suivent. L'élevage moderne (conduite rationnelle des troupeaux alimentés sur la base de cultures fourragères) n'est qu'à ses débuts. Il faut mentionner les troupeaux transhumants qui, notamment à la fin de la saison sèche, rejoignent ou traversent la Vallée à la recherche d'eau et de fourrage. Remontant vers le Nord dès le début de l'hivernage, ils peuvent entrer en conflit avec les exploitants, notamment ceux pratiquant des cultures de contre-saison chaude.

De plus, les modifications importantes intervenues avec le déficit pluviométrique, les travaux d'infrastructures (barrages, endiguement du fleuve et aménagements hydro agricoles) ont fortement bouleversé les écosystèmes. Malgré ces contraintes, les pâturages de décrue constituent une alimentation appréciable.

1.2.3 La Pêche

Dans la vallée du fleuve Sénégal, la pêche est l'une des trois composantes principales (avec l'agriculture et l'élevage) du mode de vie des populations (Lemasson 1970, Gannet Flemming 1978, Salem-Murdock et Niasse 1994).

Certains groupes (en particulier les Subalbe) se sont spécialisés dans cette activité et dépendent presque exclusivement des revenus dérivés de cette activité. En 1958 par exemple, le comité des études économiques sur les pêches estimait que 15 000 à 20 000 foyers vivaient déjà à l'époque directement de la pêche le long du fleuve Sénégal (MER 1958). A ces familles de pêcheurs professionnels doivent cependant être ajoutées les dizaines de milliers d'autres qui s'adonnent à la pêche de façon saisonnière (en combinaison avec les activités de cultures) dans les plaines d'inondation et les chenaux hydraulique, et celles qui sont impliquées dans les activités de transformation ou de commercialisation du poisson.

En fait, la pêche le long du fleuve Sénégal et dans les zones d'inondation adjacentes fait partie d'une combinaison d'activités constituant la base d'une stratégie de diversification sur laquelle s'appuient les populations locales pour (i) répartir les risques entre diverses activités face à un environnement incertain, et (ii) créer une synergie entre les entrants et les revenus de ces activités, augmentant ainsi les capacités des ménages à stabiliser ou même augmenter leur revenu global (Horowitz et Salem-Murdock 1990, Béné et al. 2003).

La pêche joue par conséquent un rôle extrêmement important pour l'économie rurale de ces régions enclavées et en particulier pour la sécurité alimentaire et nutritionnelle des populations locales, non seulement par l'apport direct en micronutriments et protéines que représente le poisson, mais aussi indirectement par le biais des revenus générés par ces activités de pêche, de transformation et de commercialisation.

La pêche fluviale a beaucoup souffert des périodes de sécheresse des années 70-80 et de la mise en place des barrages régularisant les crues annuelles. A ces entraves s'ajoute, depuis quelques années, l'envahissement du Fleuve, notamment au niveau des berges et des différents défluent en amont du barrage de Diama et dans toute la Basse Vallée, par des plantes d'eau, en particulier le Typha (*Typha australis*).

Selon les conclusions de l'étude des ressources ichtyologiques du fleuve Sénégal (Roche, 2000), les débarquements globaux dans l'ensemble de l'aire d'étude sont de l'ordre de 26000 à 47000 tonnes par année pouvant contribuer à l'alimentation de 356 000 à 591 000 personnes. Ces données intègrent l'ensemble du bassin, retenue de Manantali et retenue de Diama comprises.

L'enquête sur les activités de pêche réalisée par cette étude a permis de recenser un total de 303 débarcadères de pêche entre Diama et Mahina. Ces activités de pêche constituent la principale source de revenu pour 6315 pêcheurs dans l'aire de l'étude. Elles représentent aussi une source complémentaire de revenu pour 1936 autres pêcheurs.

Selon toujours la même étude soixante-trois espèces de poissons appartenant à 18 familles et 40 genres ont été inventoriées lors des pêches expérimentales effectuées en 1998 et 1999.

La majorité des espèces d'eau douce inventoriées avant la construction des barrages sont toujours présentes dans le fleuve. Cependant, suite à la construction du barrage de Diama, les espèces d'eau saumâtre ne peuvent plus remonter le fleuve pour atteindre la moyenne vallée.

Enfin, l'étude recommande le soutien de crue dans la plaine d'inondation par l'aménagement de seuils de contrôle à l'entrée et à la sortie de certaines cuvettes pour faciliter les activités de pêche tout en permettant l'ensemencement du fleuve en poissons après une période de 90 à 100 jours d'inondation.

1.2.4 Contexte écologique et environnemental

A l'aval de Bakel (situé sur 800 km de l'embouchure), la crue se propage dans une vallée à très faible pente où elle inonde un vaste lit majeur, au grand bénéfice de l'environnement et de l'agriculture traditionnelle sur les rives du fleuve contribuant ainsi à alimenter :

- La recharge de la nappe ;
- Les frayères pour la faune piscicole et la reproduction de l'avifaune ;
- Le pâturage pour le bétail ;
- Les forêts comme sources de fourrage et de combustible ;
- Les cultures de décrue.

La détérioration des conditions climatiques avec des sécheresses récurrentes qui ont débuté dans les années 70, a conduit à la réalisation des barrages de Diama et de Manantali pour répondre aux besoins de développement des populations. Le contrôle des crues du fleuve qui en a résulté, combiné au déficit pluviométrique, ont provoqué de profonds changements écologiques dans les plaines d'inondation sur les rives du fleuve. Les cuvettes sont inondées de moins en moins fréquemment et leur productivité biologique est fortement réduite. Les habitats des espèces animales et végétales écologiquement associées à ces cuvettes se sont considérablement dégradés. Il s'y ajoute les dégradations provoquées par les défrichements pour l'agriculture, la surexploitation des ligneux et le surpâturage.

La manifestation la plus évidente de ces impacts est l'accélération du dépérissement des peuplements de gonakiés (*Acacia nilotica*), principale formation végétale de la vallée dont une comparaison de la couverture faite sur l'île à Morphil montre que sur la période de 1954 à 1991, elle a régressé de 85% alors que d'une manière générale le taux de couverture arborée (dominée par les épineux, principalement *Acacia nilotica*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal* et *Zizyphus mauritiana*) a baissé de 25% en cinq ans (1986 à 1991).

Le couvert végétal est dominé par les épineux, principalement *Acacia nilotica*, *Balanites aegyptiaca*, *Acacia seyal* et *Zizyphus mauritiana*. La sous-strate comprend principalement *Indigo fera obtusifolia*, *Bergia suffruticosa* et diverses graminées. Les mares résiduelles des cuvettes sont colonisées par des *Nymphaea*, des *Polygonum*, des cypéracées et autres graminées.

Dans la zone, beaucoup d'espèces de poissons ont aussi vu leurs effectifs baisser et selon certaines estimations, la productivité de la pêche est passée de 16 000 t/an avant la construction des barrages à 8000 tonnes/an après barrages dans la vallée à Rosso (Euroconsult, 1990).

La zone a aussi connu la prolifération des plantes aquatiques, notamment par *typha australis*, *Pistia stratiotes* et *Potamogeton sp*, favorisant le développement d'un habitat idéal aux animaux vecteurs de maladies liées à l'eau, notamment la bilharziose et le paludisme. Dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal, la bilharziose urinaire sévit à des taux de prévalence de 34 % et la bilharziose intestinale à des taux de 7 % (SNC Lavalin, 2000). Il est aussi relevé la prolifération du *salvinia molesta* entre 1999 à 2000 qui a été finalement contrôlé par son parasite biologique, *cyrtobagus salviniae*.

Selon la classification de Van Thiel, la vallée du fleuve Sénégal a un indice parasitaire global de 8,6 % qui correspond à une hypo endémicité palustre. Dans la région de Matam, cet indice parasitaire varie entre 11 et 17 % (SNC Lavalin, 2000).

Les populations, interrogées sur l'état de la biodiversité dans la vallée du fleuve, insistent sur la dégradation progressive de l'environnement. Il en est ainsi de la situation de la grande faune dont seulement quelques rares individus de chacal, reptiles, varans et rongeurs sont encore signalés dans la zone. Mise à part la zone du delta du fleuve (notamment les parcs du Djoudj et du Diawling), l'avifaune est représentée principalement par des oiseaux de savane : tourterelles, hérons garde-bœufs, hirondelles, tisserins, euplectes etc. Cependant ce sont les oiseaux granivores ((*Quelea* et *Passer luteus*)) qui prédominent.

VÉGÉTAUX AQUATIQUES

La prolifération de végétaux aquatiques constitue une nuisance pour le milieu ainsi que pour les activités humaines. Depuis l'implantation du barrage de Diama en 1986, il n'y a plus de remontée d'eau salée en saison sèche, ce qui favorise le développement de certaines espèces de plantes aquatiques, naturellement présentes comme la Laitue d'eau (*Pistia stratiotes*), Typha australis, ou introduites accidentellement comme la Fougère d'eau (*Salvinia molesta*) depuis 1999. Le phénomène touche principalement le Delta, et dans une moindre mesure la moyenne vallée. Jusqu'à présent, seuls le Sénégal et la Mauritanie sont concernés par la Jacinthe d'eau, concernant le Mali, on observe uniquement du typha à l'aval de Manantali.

D'après les études de base pour la phase initiale de mise en place de l'observatoire de l'environnement de l'OMVS (SIEE, 2003), des programmes de lutte ont été engagés dès 2000 par le Sénégal, et en 2001 par la Mauritanie. Cependant, il n'existe pas à proprement parler de réseau structuré de suivi des VAE, ni à l'échelle nationale, ni entre les Etats. Dans les deux pays concernés par le problème, plusieurs acteurs interviennent, mais on constate un manque d'organisation tant au niveau de la collecte que des échanges d'information.

Selon cette étude, les acteurs concernés dans les pays sont :

Mali

Les végétaux envahissants ne posent pas encore de problème. La Direction Nationale de la Conservation de la Nature de Kayes (DNCN), à travers la Direction Régionale de Kayes (DRCN) et les Services de Conservation de la Nature (SCN) au niveau des cercles, n'effectue donc pas pour l'instant de réel suivi, mais surveille le cas échéant l'apparition des végétaux envahissants (localisation et superficies concernées).

Mauritanie

Trois acteurs interviennent dans la lutte contre les VAE : la Société Nationale pour le Développement Rural (SONADER) dont la délégation régionale de Trarza joue un rôle de coordination, le Parc National de Diawling (PND) et le Centre National de Recherche agronomique pour le Développement agricole (CNRADA) de Kaédi.

Le PND, durement touché par le problème, suit de près la propagation des VAE au moyen d'observations de terrain (inventaires et localisation 2 fois par semaine, évaluation de la vitesse de propagation par délimitation de zones préalablement dimensionnées et géoréférencées, avec un fil de fer) et de survols aériens (photographies aériennes) réalisés périodiquement (dernières campagnes en 1998 et 2003).

Le CNRADA, à la demande des producteurs, réalise des caractérisations de la prolifération (inventaire, localisation, évaluation de l'extension) et met en place une lutte chimique (herbicides totaux).

Sénégal

Le CCMAD, le PNOD, l'ONG Diapanté et la SAED font partie du programme de lutte (mécanique et biologique) contre les VAE, mis en place sur le Delta sous maîtrise d'ouvrage du CCMAD, grâce à des financements du FEM (Fond pour l'Environnement Mondial). La première phase du projet, en 2001, a ciblé *Salvinia molesta* (presqu'éradiquée à l'heure actuelle) ; la seconde phase en 2002 a élargi l'action à l'ensemble des VAE. Cependant ce programme reste orienté principalement vers la lutte, en relation avec les populations locales, et il n'existe ni suivi systématique de la prolifération des VAE, ni véritable évaluation de l'efficacité dans le temps et dans l'espace des différents moyens de lutte utilisés ou des actions de valorisation mises en place.

Seul le PNOD, particulièrement affecté par les VAE, réalise mensuellement un état des lieux : inventaire, localisation, estimation de la propagation des espèces de végétaux envahissants. Cet état des lieux ne concerne que le territoire du Parc. Par ailleurs la SAED possède depuis 1991 un système d'information de suivi-évaluation du développement rural dans la vallée du Sénégal (SIG-SAED). Elle procède dans ce cadre à des acquisitions d'images satellite (2 fois par an, avant et après hivernage) et possède les compétences et outils logiciels de traitement d'image. Elle dispose en outre d'images d'archive depuis 1992 et a réalisé une étude diachronique d'évolution des superficies envahies à partir d'une cartographie des VAE en 1993, 1999 et 2002.

La CSS, de son côté, a du faire face à la colonisation de ses canaux d'irrigation et de drainage et a mené une campagne de lutte contre le Typha. Un projet de lutte biologique par l'utilisation de la Carpe chinoise est en cours.

MILIEU FORESTIER

Bien que la Vallée constituait, il y a quelques années encore, des zones densément boisées, les défrichements en vue de l'extension des cultures, notamment au bénéfice des périmètres irrigués, et l'exploitation massive des ressources ligneuses à des fins domestiques (charbon de bois, bois de feu et bois d'œuvre) sont parvenus à décimer, sinon à anéantir dans certaines zones, cette richesse naturelle. Les rares zones encore relativement boisées doivent cet état de survie, provisoire à défaut de mesures conservatrices prises rapidement, à leur enclavement.

Côté Mauritanien, sur les 30 forêts classées répertoriées et totalisant 48.000 ha (mais combien d'arbres restent à l'hectare de bon nombre de ces forêts ?), 19 forêts avec 22.000 ha se trouvent dans les zones inondables de la Vallée et 5 autres, avec 2.500 ha, dans la vallée de son affluent, le Karakoro (au Guidimakha).¹ Certaines de ces forêts, composées essentiellement de Gonakiés (*Acacia nilotica*), n'ont plus qu'une existence juridique à l'heure actuelle (par exemple la forêt de Barwadji).

Au niveau de certaines forêts, des mesures de sauvegarde et/ou de réaménagement sont en cours ou ont été réalisées (zone du Gouère avec l'appui de l'AFD, Gani et Diorbivol avec l'appui de l'UE), ou programmées (Koundi et Dioldi dans le cadre du PDIAIM, sur financement de la Banque Mondiale).

1.2.5 Navigation (extrait étude de faisabilité et d'APS d'un système de navigation mixte mer-fleuve – BCEOM SCET Tunisie 2002)

La navigation sur le fleuve Sénégal a atteint son apogée au début du 20^{ème} siècle avec un trafic annuel de l'ordre de 125000 tonnes, principalement des exportations d'arachide et de coton. C'est à cette époque que fut installé le balisage sur le fleuve s'étendant de l'embouchure à Kayes. Mais le principal problème du fleuve a toujours été celui de la communication avec la mer, en raison de l'obstruction quasi permanente causée par la barre à l'extrémité de la langue de Barbarie.

De Saint Louis à Diama, les profondeurs du chenal sont importantes, partout supérieures à 5 m. A Diama, une écluse de grand gabarit est accolée au barrage, écluse parfaitement entretenue.

La section de Diama à Podor permet une navigation tout au long de l'année avec des profondeurs partout supérieures à 4 m.

Entre Podor et vending, le fleuve est séparé en 2 bras : le Sénégal et le Doué. Le bras principal est fortement méandré et commence à comporter des seuils gênants où la profondeur à l'étiage descend en deçà de 1,5 m.

De vending à Matam le fleuve retrouve un bras unique. Il n'est pratiquement plus sous l'influence de la retenue de Diama mais il offre des conditions de navigation plus faciles que le tronçon précédent à l'exception de 3 seuils.

Entre Matam et Bakel, le fleuve est plus large et rectiligne que les tronçons plus aval mais 6 seuils naturels (sableux ou rocheux) engagent le mouillage jusqu'à des valeurs inférieures à 70 cm à l'étiage.

De Bakel à Ambidédi, le fleuve est encore moins sinueux mais on rencontre plusieurs seuils rocheux dont 5 engagent le mouillage de 1,5 m à l'étiage.

¹ Plan Multisectoriel de Lutte contre la Désertification, MDRE, 1987

1.2.6 Agriculture

L'agriculture, et en premier lieu les productions végétales, représente l'activité dominante sur la rive droite de la vallée du Fleuve. Mais ce sont, en premier lieu, les différents types de sols rencontrés qui déterminent le mode d'exploitation des terres :

- les sols “ hollaldé ” et “ faux hollaldé ”, qui occupent les cuvettes inondables par la crue du fleuve, et les sols de “ fondé ”, rarement inondés mais généralement aptes à l'aménagement hydro-agricole, qui représentent 80% du potentiel cultivable et irrigable de la vallée ;
- les sols de “ falô ”, constitués par les berges du fleuve, de surface toujours restreinte, qui sont arrosés manuellement à partir du fleuve. Ces sols sont réservés à la culture de céréales (maïs, sorgho) et de légumes ;
- les sols de “ diéri ”, toujours exondés, sont réservés à la culture pluviale (sorgho et mil, un peu de niébé et de courges) et à l'élevage. La pluviométrie moyenne annuelle qui constitue l'unique apport d'eau, est de l'ordre de 250 mm dans la partie ouest (Rosso) pour atteindre 450 mm dans l'est (Sélibaby). La pluviométrie y constitue l'unique apport d'eau, donc un apport très aléatoire suivant les années.

Le potentiel en terres irrigables (sols hollaldé, faux hollaldé et falô) sur la rive droite, donc hors dépression de R'Kiz et vallée du Gorgol Noir, est estimé (études après-barrages) à 137.400 ha se répartissant comme suit entre les quatre régions en bordure du fleuve :

- Trarza : 38.300 ha
- Brakna : 49.700 ha
- Gorgol : 47.300 ha
- Guidimakha : 2.100 ha

Selon les dernières estimations (Étude OMVS/FAO, 2003), le potentiel de terres aménageables dans la vallée a été revu sur la base du schéma probable d'utilisation et de gestion de la ressource en eau. Ces estimations indiquent maintenant une fourchette de 200 000 à 250 000 ha de superficie aménageable en fonction des types de distribution de l'eau qui pourraient être développés. En contre-saison chaude, seuls 100 000 ha pourraient être irrigués. On est donc en pratique assez loin du potentiel annoncé de 375 000 ha (avec une intensité culturale de 160%) dans les précédentes évaluations de l'OMVS.

Tableau 2 : Superficie existantes et perspectives de consolidation (horizon 2015) et d'aménagements nouveaux (horizon 2025)

Pays	Superficies existantes en 2005 (en ha)		Superficies exploitables additionnelles d'ici 2015 (en ha)			Superficies aménagées entre 2015 et 2025 (en ha)			Total aménagées et exploitables en 2025 (en ha)
	Aménagée	Exploitable	à réhabiliter	Extension	Total	à réhabiliter	extension	Total	
Mali	700	200	500	4 060	4 560	0	7 240	7 240	12 000
Mauritanie	44 000	23 500	15 000	5 000	20 000	5 500	36 000	41 500	85 000
Sénégal	94 000	68 000	21 000	3 800	24 800	5 000	55 200	60 200	153 000
Total	138 700	91 700	36 500	12 860	49 360	10 500	98 440	108 940	250 000

Toutefois, l'étude précise que ces hypothèses pourront être améliorées par les faits suivants :

- l'évolution de la régularisation du fleuve et de la gestion des eaux : réalisation du barrage au fil de l'eau de Gouïna et de l'ouvrage de retenue de Gourbassi ;
- l'amélioration du niveau du régime du fleuve et de son hydraulicité : recalibrage des axes hydrauliques et des émissaires de drainage;
- l'amélioration de l'efficacité des irrigations : meilleure organisation de la gestion de l'eau et introduction des techniques d'économie d'eau;
- le développement de cultures moins consommatrices d'eau (maïs, fourrages, culture horticoles).

1.2.6.1 Historique des aménagements hydroagricoles dans la vallée du fleuve Sénégal (rive gauche)

Les premiers essais d'aménagement hydroagricoles datent de 1822, avec la création de jardins d'acclimatation (coton, indigo, production fruitière) qui n'ont pas débouché sur les succès attendus. Ces essais ont été suivis par le développement d'aménagement général entre 1920 et 1970, qui ont débouché sur la première génération d'aménagements entre 1960 et 1968, comprenant essentiellement l'endiguement de cuvettes inondables et la réalisation d'ouvrages vannés permettant une submersion contrôlée des cuvettes.

Ces aménagements visaient à : éviter les trop fortes submersions, en termes de hauteur de lame d'eau et de durée de submersion ; prolonger les submersions trop courtes. Sur 5 000 ha, 5 cuvettes ont fait l'objet de ces aménagements par submersion contrôlée entre Guédé et Ngoui. Ces aménagements sont finalement tombés à l'abandon à cause des facteurs suivants : rupture de digues du fait du défaut d'entretien, faiblesse de la crue, concurrence de l'irrigation.

Une deuxième période a suivi avec la construction de la digue rive gauche. Sa réalisation a entravé les possibilités d'épandage de crue vers les bas fonds environnants, avec comme corollaire la stérilisation de grands espaces de pâturage, et de terres de décrue.

A suivi l'avènement de la riziculture généralisée sur 30 000 ha de cuvettes.

De 1968 à 1972, ce fut la création des grandes stations de pompage et des canaux adducteurs tels que Ronkh, Thiagar, Ndiawar, etc.

Ensuite, il a eu la création des PIV (Périmètres irrigués villageois), à partir de 1985, et des PIP (Périmètres irrigués privés), deux ans après.

En conclusion, on peut noter selon les secteurs, un certain déclin progressif des cultures de décrue et le développement des périmètres irrigués. Avec les barrages, les possibilités induites de maîtrise et de régulation de la crue suscitent un regain d'intérêt pour la relance des systèmes de production traditionnels, et plus généralement la restauration de l'environnement des cuvettes d'inondation.

1.2.6.2 Développement des cultures irriguées sur la rive droite

Tandis que les cultures de décrue ont représenté, depuis des siècles, l'activité agricole principale dans la vallée, les cultures irriguées ne se sont vraiment développées qu'après la sécheresse des années 1970.

Sur la rive droite, le potentiel de terres irrigables est estimé à 137.400 ha² (dont 38.300 ha au Trarza, 49.700 ha au Brakna, 47.300 ha au Gorgol et 2.100 ha au Guidimakha). Seulement près de 50.000 ha ont été aménagés à l'heure actuelle (40.261 ha nets en 1994). Jusqu'à une période récente, la plupart des aménagements ont été réalisés sur l'initiative de l'État (SONADER). Ce n'est que depuis une quinzaine d'années que l'on assiste à la création de périmètres privées. Dans les années à venir, compte tenu du désengagement de l'État, les initiatives en matière d'aménagements nouveaux ou de réhabilitation de périmètres anciens devraient nécessairement impliquer les bénéficiaires, avec l'appui toutefois du PDIAIM (Projet de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie), en ce qui concerne, en particulier, la réhabilitation et les infrastructures dites structurantes, et du crédit agricole (UNCACEM).

Les périmètres irrigués, notamment les périmètres collectifs, sont suivis par la SONADER qui dispose dans la Vallée, pour ce faire, de Directions ou antennes régionales à Rosso, R'Kiz, Boghé, Kaédi, Fom Gleïta et Gouraye. Les activités agricoles non liées à l'irrigation sont gérées, quant à elles, par le Ministère du Développement Rural et de l'Environnement à travers ses Délégations régionales, une au niveau de chaque Wilaya, et ses Inspections (au niveau de la Moughatâa).

Les périmètres irrigués en Mauritanie peuvent se décomposer en trois catégories⁴ :

- Grands périmètres irrigués collectifs : ils sont au nombre de 8 (M'Pourié à Rosso, Bellara à Keur Macen, R'Kiz, CPB à Boghé, PPG 1 et 2 à Kaédi, Fom-Gleïta sur le Gorgol Noir et Maghama III) et totalisent environ 8.000 ha. Ils ont été réalisés à l'initiative de l'Etat et sont de type centralisé, autour d'une station de pompage (sauf à Fom-Gleïta et R'Kiz) et d'un réseau arborescent de canaux primaire, secondaires et tertiaires. Un réseau de colature permet le drainage. La gestion est assurée par des coopératives ou associations d'usagers appuyées par la SONADER (à l'exception de M'Pourié). Toutefois, les techniques mises en œuvre rendent la gestion de ces périmètres difficile et la pérennité des installations n'est assurée que par des opérations de réhabilitation réalisées jusqu'à présent à la seule initiative de l'État (SONADER) appuyé par divers bailleurs de fonds. Signalons qu'un second grand périmètre, de 2.400 ha, doit être implanté à R'Kiz (cuvette orientale, études APD en cours).

² Etudes Après-Barrages

³ Enquête SONADER sur les périmètres irrigués, 1994

⁴ Politiques et Stratégies générales pour le Développement du Secteur Rural – Horizon 2010, MDRE janvier 1998

- Périimètres irrigués collectifs autonomes : il s'agit de petits et moyens périimètres, d'une taille comprise entre vingt et plusieurs centaines d'hectares, de type " Petits périimètres irrigués – PPI " ou " Périimètres irrigués villageois – PPV ". Environ 10.000 ha ont été aménagés, financés et réalisés par les structures de l'État (SONADER) sans autofinancement des bénéficiaires. Ces aménagements comprennent un groupe motopompe (module standard de 20 ha), un réseau d'irrigation et, en principe, un système de drainage. Les études de ces périimètres ont souvent été trop sommaires, ce qui pose des problèmes de fonctionnement. L'entretien est déficient et, souvent, le matériel de pompage n'a pas été renouvelé.
- Périimètres irrigués individuels : l'essentiel de ces périimètres est localisé dans le Trarza (de l'ordre de 20.000 à 25.000 ha aménagés). Généralement, ces périimètres ont été réalisés sans études sérieuses et sans respecter les normes techniques minimales. Ainsi, le drainage est le plus souvent inexistant, les sols ne sont pas nécessairement aptes à la riziculture et la gestion de l'eau est peu rationnelle. De nombreux aménagements ont été abandonnés après seulement quelques années d'exploitation.

Compte tenu des contraintes citées ci-dessus, seulement 20.000 à 25.000 ha sont exploités chaque année, c'est-à-dire moins de 50% des superficies aménagées. Jusqu'à un passé récent, plus de 95% des superficies irriguées étaient exploitées en riz, le reste étant réservé à d'autres céréales (maïs, sorgho) et au maraîchage. Toutefois, depuis quelques années, des cultures dites de diversification se développent (maraîchage, arboriculture, autres céréales, cultures fourragères et oléagineuses, etc.) et des systèmes plus sophistiqués d'irrigation (aspersion, goutte à goutte) voient le jour, notamment sur certains grands périimètres individuels.

L'évolution des superficies, des rendements et des productions reflète les contraintes rencontrées par les exploitants de la Vallée, contraintes situées pour partie sur le plan institutionnel et organisationnel (foncier, crédit agricole, approvisionnement en intrants, commercialisation, adéquation du conseil agricole, etc.), mais pour partie aussi sur le plan environnemental : problèmes de salinité / drainage, envahissement des périimètres par des adventices, prolifération de certains ennemis des cultures tels la sésamie et les oiseaux granivores (ces deux fléaux expliquent notamment la chute brutale des rendements en culture de décrue pour les dernières campagnes). Les entraves d'ordre environnemental seront examinées de façon plus exhaustive aux chapitres qui vont suivre.

Dans le sous-secteur irrigué, en ne considérant que la dernière décade où les surfaces des aménagements se sont stabilisées, les superficies emblavées annuellement varient du simple au double, c'est-à-dire entre 13.400 (1995/96) et 26.400 ha (1998/99). Les emblavures maximales de 1998/99 se sont traduites par la récolte record de plus de 100.000 tonnes de paddy.

1.2.6.3 Cultures de décrue

Ce système de production se fonde sur l'exploitation des zones inondables par la crue du fleuve Sénégal, ses affluents et ses défluent. Il joue un rôle important dans l'économie de l'eau régionale.

La culture de décrue est un système traditionnel de production végétale. Elle consiste à semer ou repiquer sur les terres ayant été inondées par la crue. Il s'agit des berges du lit mineur du fleuve et de ses affluents et défluent, et des dépressions appelées cuvettes dont le remplissage s'effectue par de multiples brèches qui entament le lit du fleuve et des marigots défluent.

Le semis s'effectue lorsque le retrait des eaux est amorcé et que les terres dénoyées ont séché en surface. La première opération consiste à faire sauter, à l'aide d'une houe à long manche coudé (daba ou tongo) la croûte superficielle du sol à l'endroit du futur poquet. Puis, à l'aide d'un pieu de bois taillé (lougal) en son extrémité, le cultivateur creuse un trou conique où il dépose quelques graines de sorgho, maïs ou niébé. Enfin, un autre travailleur, souvent un enfant, passe derrière pour recouvrir de terre non tassée. La levée a lieu une semaine plus tard (pour le sorgho). La réserve d'eau constituée durant l'inondation va alimenter la culture jusqu'à la récolte.

Après le semis et avant la récolte, le principal travail sera le gardiennage, l'arrachage des herbes et le travail du sol pour arrêter la remontée capillaire de l'eau à l'intérieur du sol. Il est admis qu'une durée de submersion de 25 jours est nécessaire à la constitution d'une réserve hydrique permettant par la suite l'alimentation de la plante jusqu'à la récolte.

Les cultures de décrue permettent de prolonger la saison culturale au-delà de la période des cultures pluviales et d'étendre les superficies cultivables. Elles valorisent bien les dernières pluies de la saison pluvieuse. Celles-ci ne profitent que peu aux cultures pluviales qui ont déjà atteint leur maturité. Par contre, elles complètent l'approvisionnement en eau des cultures de décrue au moment où celles-ci sont en croissance.

Les cultures de décrue (« walo ») sont pratiquées traditionnellement sur les terres inondables dès que le retrait des eaux permet le semis (sorgho souvent associé au niébé, plus rarement du maïs). Les superficies emblavées dépendent de l'importance de la crue du fleuve qui détermine le niveau et la durée d'inondation des cuvettes.

Selon les résultats du recensement national de l'agriculture réalisée en 1998 par le Ministère de l'Agriculture du Sénégal), près de 468 000 personnes s'adonnent aux cultures de décrue sur la rive gauche du fleuve (plan d'actions pour le développement des cultures de décrue/DDR de Saint-Louis /2003). Pour Gibb c'est un nombre compris entre 40 000 et 50 000 familles paysannes qui pratiquent les cultures de décrue dans la Vallée du Fleuve Sénégal.

L'IRD (ex-ORSTOM), dans le cadre du POGR⁵, a estimé les surfaces cultivées en culture de décrue sur les deux rives (donc rive droite et rive gauche) à 46.000 ha pour la campagne 1997/98 et à 73.000 pour la campagne 1998/99. En exploitant les données disponibles pour les années 1946 à 1999, l'IRD arrive aux superficies moyennes suivantes cultivées en décrue⁶ (en ha) :

Tableau 3 : Superficies moyennes cultivées en décrue (en ha)⁷

Périodes	Rive droite	Rive gauche	Total Vallée
Moyenne 1946/1999	28.869	50.909	67.677
Moyenne 1946/1971	42.313	63.995	109.386
Moyenne 1972/1999	21.826	32.134	38.577

En dehors de ces moyennes, il peut être utile de connaître les maxima et minima sur chaque rive avant et depuis l'année 1972 qui correspond au début des années plus sèches, puis à la mise en service de Manantali, en 1987 :

- Avant 1972 : Rive droite : max. 54.900 ha (1967), min. 28.500 ha (1961)
Rive gauche : max. 88.000 ha (1957), min. 32.115 ha (1970)
- Depuis 1972 : Rive droite : max. 35.130 ha (1987), min. 16.612 ha (1992)
Rive gauche : max. 44.200 ha (1993), min. 9.090 ha (1991)

Le diagnostic effectué au cours de la mission montre l'importance de la place que continue à occuper l'agriculture de décrue dans les systèmes de production des agriculteurs, mais aussi dans leur stratégie de sécurité alimentaire et, ceci, malgré le faible niveau des rendements des cultures de décrue dans les conditions actuelles de leur valorisation et leur vulnérabilité par rapport aux déprédateurs.

Les faibles coûts (hors coût de main d'œuvre) de valorisation de ces cultures constituent un argument important du plaidoyer et de l'engouement des populations concernées. A cet égard, les populations indiquent très clairement que lorsque la décision leur revient, elles réservent généralement les cuvettes les plus fertiles aux cultures de décrue et celles qui le sont moins aux aménagements pour la riziculture irriguée dans leur propre stratégie d'affectation des terres. Cette stratégie est d'autant plus fortement affirmée qu'au niveau de la vallée, la situation générale de l'agriculture est caractérisée par les superficies limitées des périmètres aménagés, avec des besoins qui dépassent largement aujourd'hui les faibles superficies de parcelles de riz octroyées par ménage (0,20 à 0,25 ha). Il s'y ajoute les charges d'exploitation relativement élevées de ces périmètres irrigués, se traduisant notamment par des contraintes au plan de l'accès aux crédits de campagne.

⁵ Programme d'optimisation de la gestion des réservoirs, phase II, Impact de la crue sur le remplissage des cuvettes dans la vallée du fleuve Sénégal (Inventaires par traitement d'images SPOT pour le tronçon de vallée Matam-Podor), OMVS-IRD

⁶ Impacts potentiels de la gestion des ouvrages et des eaux de surface du fleuve Sénégal sur l'agriculture de décrue, IRD, rapport de synthèse – version provisoire 19/01/1999

⁷ Source : Rapport d'évaluation interne PDIAIM, MDRE février 1997

En Rive gauche, jusqu'à une étape récente, la prise en compte des cultures de décrue dans les programmes de la SAED n'entraîne pas dans le cadre d'une politique clairement déclinée. La lettre de mission qui fixe le mandat de la SAED prend en compte essentiellement l'aménagement et l'appui à l'exploitation des périmètres irrigués.

La maîtrise de la crue au niveau des cuvettes d'inondation est rendue nécessaire par les conclusions concordantes de diverses études menées qui montrent que moins d'un tiers des superficies sont aménagées et que ce pourcentage ne pourra pas être sensiblement augmenté dans un avenir proche. Les populations de la vallée bénéficiant d'aménagements hydro agricoles représentent une faible proportion.

C'est pourquoi, la grande majorité des personnes interviewées, techniciens et populations confondus, considèrent la maîtrise des crues au niveau des cuvettes non encore aménagées, comme un impératif. Les cultures de décrue constituent un mode de mise en valeur qui, avec un minimum d'amélioration, devient économiquement et socialement viable au niveau de la plupart des cuvettes de la vallée du fleuve Sénégal non encore aménagées. Il s'y ajoute les effets bénéfiques importants pour la pêche, l'élevage, la végétation, l'avifaune, de même que les impacts sur la recharge de la nappe phréatique.

En Rive droite, en plus des cuvettes situées dans le lit majeur du fleuve Sénégal, il existe quelques zones propices aux cultures de décrue au niveau de certains affluents / défluent parmi lesquelles il convient de citer, en particulier, la dépression de R'Kiz au Trarza et la vallée du Gorgol :

- Dépression de R'Kiz : à environ 40 km au Nord de la vallée et alimentée en eau du fleuve par deux défluent, le Sokam et la Laouéija, la dépression couvre une superficie d'environ 12.000 ha situés au-dessous de la cote 0. On y différencie, en particulier, les cuvettes occidentale et orientale ainsi que la cuvette de Nasra qui ont fait l'objet d'études de schémas d'aménagement et, pour certains, de réalisations (aménagement en décrue des cuvettes occidentale et orientale, périmètre irrigué pilote de 60 ha puis de grand périmètre irrigué de 870 ha dans la zone située entre les deux cuvettes, enfin étude (en cours) d'un deuxième grand périmètre d'environ 2.000 ha dans la cuvette orientale (voir aussi § 4.2.2.2) ;
- Vallée du Gorgol Noir : deux secteurs font l'objet d'exploitation en décrue : (i) le pourtour de la retenue du barrage de Foug Gleïta (1.200 à 1.800 ha cultivables en décrue suivant le niveau d'eau de la retenue) et (ii) dans la basse vallée, d'abord le lit majeur du Gorgol sur une longueur d'environ 30 km (15.000 à 20.000 ha cultivables en décrue en année de forte crue), puis la zone de Touldebaldi (plusieurs centaines d'hectares) et, enfin, au niveau du grand périmètre irrigué de Kaédi dit PPG 2 une zone de 704 ha aménagée en vue de la culture de décrue contrôlée (voir aussi § 4.2.2.5).

2. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

Face aux défis de développement qui se posent dans la vallée du fleuve Sénégal, développements qui doivent répondre à terme aux difficultés de précarité de la sécurité alimentaire favorisée par les aléas climatiques, l'OMVS entend promouvoir les activités de valorisation économique et environnementale nées des conditions de submersion des cuvettes.

A cet effet, prenant avantage du soutien de crue permis par le barrage de Manantali, la réalisation d'ouvrages de régulation hydraulique permettant de contrôler le remplissage et la vidange des cuvettes de décrue va permettre une plus grande maîtrise de l'eau et améliorer leurs conditions d'inondation. Ainsi seront favorisées l'agriculture de décrue, les activités pastorales et de pêche qui constituent les systèmes de valorisation dominants des ressources des plaines d'inondation de la vallée du fleuve.

L'OMVS a donc décidé de lancer cette étude pré-opérationnelle : sur la base des données disponibles, un travail d'identification et de synthèse des projets envisageables a permis de sélectionner ceux qui sont prioritaires et pour lesquels doivent être établis les APS.

L'étude s'inscrit donc dans le cadre de la stratégie sous-régionale de développement du secteur agricole des pays membres de l'organisation qui a assigné parmi ses objectifs l'amélioration des conditions d'exploitation des périmètres irrigués à travers la réhabilitation et la consolidation sinon la reprise totale des stations de pompage des grands périmètres, d'une part, et des cuvettes de décrue à travers la réhabilitation ou la création d'ouvrages de remplissage et de vidange, d'autre part.

La méthodologie mise en œuvre a consisté tout d'abord à recueillir les données de contexte physique et socio-économique. Une première localisation des cuvettes fut réalisée sur des bases cartographiques et à partir des enquêtes auprès des gestionnaires ou utilisateurs principaux de la ressource; le fonctionnement hydraulique est ensuite analysé pour fournir un certain nombre d'éléments relatifs à la connaissance du système d'alimentation des cuvettes (liens directs avec le fleuve Sénégal, rôle des systèmes défluent) aux superficies concernées. Les éléments de gestion concernant notamment le POGR ont également fait l'objet d'une analyse détaillée car ils influencent grandement les conditions d'écoulement à l'aval du barrage de Manantali.

La prise en compte des aspects socio-économiques et environnementaux, a permis ensuite d'établir un certain nombre de critères pour déboucher sur une proposition de choix des projets prioritaires.

Cette étude a été menée selon une approche participative ou l'ensemble des problèmes affectant les ouvrages précités a été répertorié et analysé avec une étroite collaboration entre les consultants et les bénéficiaires.

Le déroulement de l'étude a été scindé deux phases qui s'articulent comme suit :

- Phase 1 :
 - ◆ Recueil des données et état des lieux
 - ◆ Présélection de sites potentiels
 - ◆ Approche hydraulique sur les sites potentiels
 - ◆ Note de justification socio, économique et environnementale
 - ◆ Liste des ouvrages identifiés et des projets prioritaires ; sélection des ouvrages devant faire l'objet de la phase 2 lors d'un atelier clôturant la phase 1.
- Phase 2 :
 - ◆ Établissement des APS des ouvrages retenus.

Ces APS concernent à la fois les ouvrages de contrôle de l'entrée et de la sortie des eaux dans les cuvettes (pour y garantir un temps de séjour suffisant à la constitution des réserves d'eau nécessaires à la croissance des plantes) ; ainsi que de nouveaux ouvrages de pompage, ou des stations devant faire l'objet de réhabilitation pour alimenter les périmètres irrigués et garantir la fourniture d'eau dans de bonnes conditions.

Le présent dossier, relatif à la phase 2 présente dans un premier temps le déroulement de cette phase, les éléments recueillis lors des missions de terrain, les calages hydrauliques, puis les APS proprement dits des ouvrages retenus à l'issue de la phase 1.

3. RAPPELS

A l'issue de la phase 1 de la présente étude s'est tenu un séminaire les 11 et 12 juillet 2006 sous l'égide du Haut Commissariat de l'OMVS avec la participation des représentants des États membres de l'Organisation sous régionale, dont le compte rendu est joint en annexe 1 et qui s'est déroulé de la manière suivante :

- Présentation du rapport de phase 1,
- Discussion et recommandations pour la version définitive du rapport de phase 1,
- Recommandations générales,
- Choix des ouvrages à étudier au niveau Avant Projet Sommaire en phase 2.

Le choix des projets prioritaires à répartir au niveau des trois États membres que sont le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, a été effectué sur une liste de plusieurs projets préalablement identifiés et classés par le consultant en fonction des résultats d'une combinaison des quatre critères suivants :

- la facilité d'aménagement (entrée/sortie unique, nécessité d'endiguement faible),
- l'efficacité hydraulique de l'ouvrage (remplissage rapide et durée de submersion de 25 jours, taille et position de la cuvette par rapport au système hydraulique, etc.),
- l'intérêt socio-économique (superficie inondable, cultures de décrue présentes),
- l'intérêt environnemental (impacts positifs sur la faune, la flore, la pêche, etc.).

Les projets choisis ont été les suivants :

1. Pour la partie Sénégalaise :

- ✘ Stations de pompage : Balèle, Orkadiere, Hamadi-Ounaré A, Grande digue Tellele
- ✘ Cuvettes : Nabadji et Doumga Ridiaw (Yédia)

2. Pour la partie Mauritanienne :

- ✘ Stations de pompage : PPG1 et PPG2 à Kaédi, Bellara à Keur Macène et station d'exhaure de R'Kiz
- ✘ Cuvettes : décrue PPG2 à Kaédi et cuvette Sokam (plaine de Nasra / cuvette occidentale de R'Kiz)

3. Pour la partie Malienne :

- ✘ Station de pompage de Mahina,
La liste des 3 autres stations de pompage doit être communiquée dans les plus brefs délais au consultant.
- ✘ Cuvettes : système Kolombine-térékolé-lac Magui et vallée du serpent.
L'étude des 2 cuvettes du Mali sera réalisée sous réserve de l'extension du mandat du consultant.

Le présent rapport de phase 2 a pour objet la présentation de ces APS.

4. MISSION DE TERRAIN AU DÉMARRAGE DE LA PHASE 2

La phase 2 a démarré par des missions de terrain (voir comptes rendus en annexe) effectuées en concertation avec les Maîtres d'ouvrage locaux, futurs bénéficiaires des projets, mission dont l'objet était de confirmer et implanter les sites d'intervention, et de définir de manière concertée au niveau de chaque site les principales contraintes :

Il s'agit principalement :

- du repérage sur le terrain des sites de projets,
- de l'implantation des axes des ouvrages de contrôle et de régulation du remplissage et de la vidange des défluent et cuvettes d'inondation ciblés par l'OMVS,
- de définir le détail des interventions attendues,
- ainsi que les contraintes hydrauliques à prendre en compte
- de l'établissement de l'état des lieux pour chacun des ouvrages à réhabiliter,
- des levés topographiques et établissement des profils en long et en travers des sites d'implantation des ouvrages de contrôle et de régulation,
- de la collecte des données géotechniques de sols de fondation d'ouvrages de génie civil situés à proximité des sites en étude,
- de l'inventaire des sites d'emprunt de matériaux de construction.

4.1.1 Concernant les stations de pompage

Diagnostic de la situation actuelle et recueil des demandes concernant la modification des performances.

Recueil des contraintes externes :

- Niveaux d'aspiration max et min,
- Niveaux de refoulement max et min,
- Ou HMT,
- Débits total et par pompe,
- Durées de fonctionnement annuel, mensuel, journalier.
- Qualité de l'eau,
- Disponibilité de l'énergie électrique (tension, proximité de la ligne...),

4.1.2 Concernant les cuvettes

Réalisation sur place du schéma de fonctionnement hydraulique et des ouvrages à réaliser :

- Chenaux d'entrée sortie existants,
- Rugosité des sections et nécessité éventuelle de recalibrage,
- Localisation des ouvrages vannes à étudier,
- Nature des matériaux,
- Zones d'emprunt éventuelles.

Ces missions ont fait l'objet de comptes rendus joints en annexe.

4.1.3 Conclusion : validation des projets à étudier en APS.

En conclusion, les projets ont été définitivement arrêtés de la manière suivante :

Concernant le Sénégal le seul point à préciser était le choix entre la cuvette de Doumga Ridiaw et celle de Yédia. Ce choix été réalisé lors d'une mission conjointe avec le représentant de la SAED et des rencontres avec les riverains : il porte finalement sur la cuvette de Yédia, qui correspond à une demande plus importante de la part des populations locales.

Concernant le Mali, un APS était prévu pour la station de pompage de Mahina, ce qui s'est avéré inutile compte tenu de son état de réalisation. Il a donc été convenu avec le représentant de l'OMVS au Mali que nous nous rapprochions de l'Union Régionale des Coopératives Agricoles de Kayes (URCAK) qui coordonne la gestion des stations de pompage alimentant les périmètres irrigués locaux. Nous avons donc défini, lors d'une mission conjointe avec les représentants de l'URCAK, les 4 stations de pompage pour lesquelles nous réalisons un APS.

Concernant la Mauritanie, les missions de terrains ont permis de confirmer les ouvrages effectivement définis lors de l'atelier.

5. ETUDES HYDRAULIQUES PRÉALABLES

Une fois arrêtés définitivement les projets, et réalisés les levés topographiques, on a procédé aux études hydrauliques nécessaires à la conception des ouvrages :

- Protection des ouvrages contre les PHE,
- Dimensionnement des sections d'écoulement,
- Données nécessaires pour se protéger contre les affouillements.

Enfin, on a examiné la faisabilité hydraulique d'ouvrages de relèvement de plan d'eau en travers du fleuve afin d'améliorer le remplissage des cuvettes pour la culture de décrue.

5.1 CONCEPTION DES OUVRAGES RETENUS

5.1.1 Système R'Kiz

La topographie du secteur R'Kiz est très largement inférieure au niveau maintenu dans le fleuve par le barrage de Diama (2 à 2.5 m NG). L'alimentation de ce système est donc complètement contrôlée par les manœuvres du pont vanne de Sokam et non en relation directe avec le fleuve.

Le principe de modélisation hydraulique mis en œuvre sur les cuvettes de Nabadji et Yédia n'a donc pas pu être appliqué au système RKiz compte tenu du peu de données de bases disponibles sur ce secteur (topographie et données hydrauliques tel que les limnigrammes).

Le dimensionnement hydraulique de l'ouvrage de séparation proposé entre la cuvette de Nasra et la cuvette occidentale de R'Kiz est donc basé sur les dimensions des ouvrages existants contrôlant le système :

- Ouverture hydraulique cohérente avec les dimensions du pont vanne de Sokam : 3 vannes de 1,15 x 1 m.
- Principe de conception similaire aux ouvrages de liaison entre les casiers de la cuvette occidentale : vannes et seuil intégrés dans une digue.

5.1.2 Système Kaédi

L'alimentation de la zone de culture de décrue (qu'il s'agisse de la décrue contrôlée et améliorée ou de la décrue contrôlée) est totalement contrôlée par les ouvrages sous la digue Gorgol.

L'ouvrage a créé est donc uniquement destiné à permettre la vidange de la zone, l'alimentation étant assurée par les ouvrages existants.

Le dimensionnement hydraulique retenu est donc basé sur les ouvrages existants dans le digue Gorgol afin d'assurer une cohérence hydraulique entre l'alimentation et la vidange.

5.1.3 Cuvette de Nabadji

5.1.3.1 Description du fonctionnement hydraulique actuel

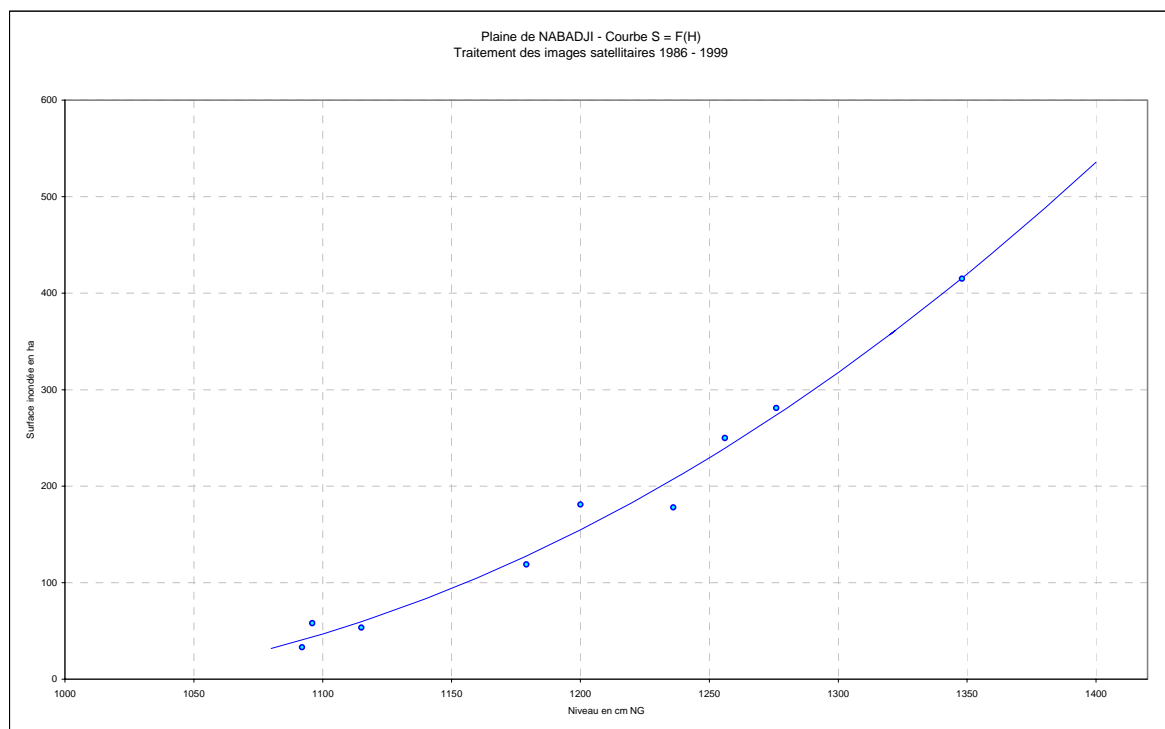
Voir description chapitre 11

5.1.3.2 Principe et objectifs de l'aménagement envisagé

Voir description chapitre 11

5.1.3.3 Modélisation hydraulique

La cuvette de Nabadji a fait l'objet d'un suivi par l'IRD. La loi cote-surface est donnée dans le dossier POGR élaboré par l'IRD :



Cote NG (cm)	Surface (ha)
1080	32
1100	47
1115	59
1120	64
1140	83
1160	105
1179	128
1180	129
1200	155
1220	183
1240	213
1250	229
1256	239

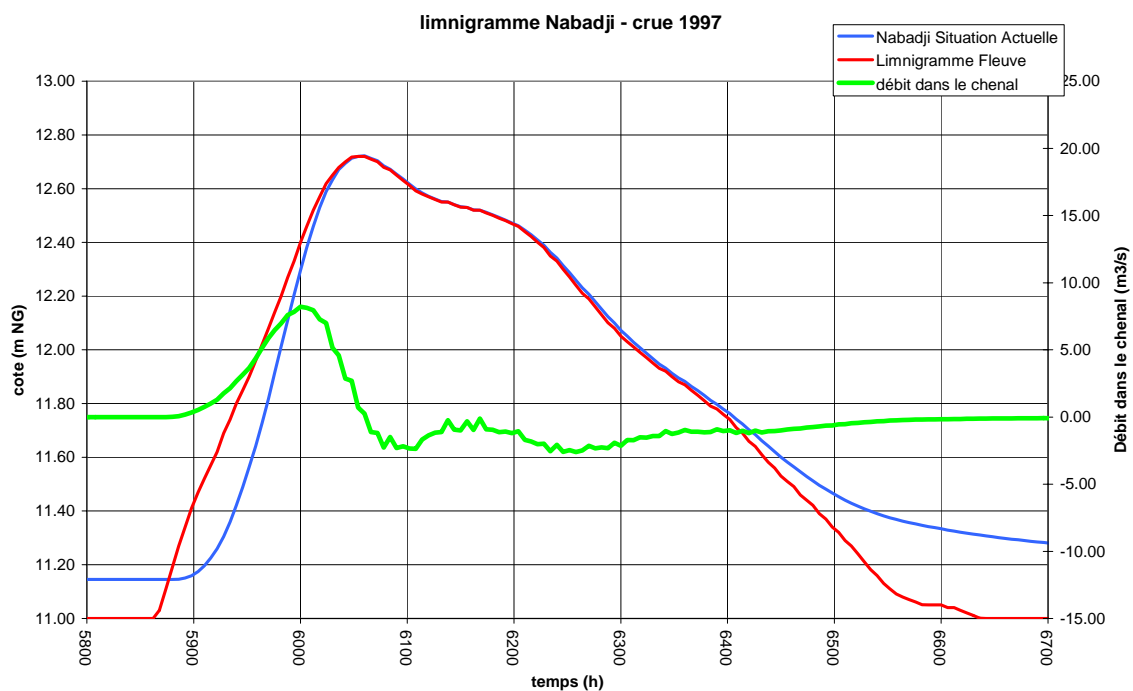
Cote NG (cm)	Surface (ha)
1260	246
1280	281
1300	318
1322	361
1320	357
1340	398
1348	416
1352	424
1360	442
1380	488
1400	536
1405	548
1420	586

5.1.3.4 Fonctionnement hydraulique en situation actuelle

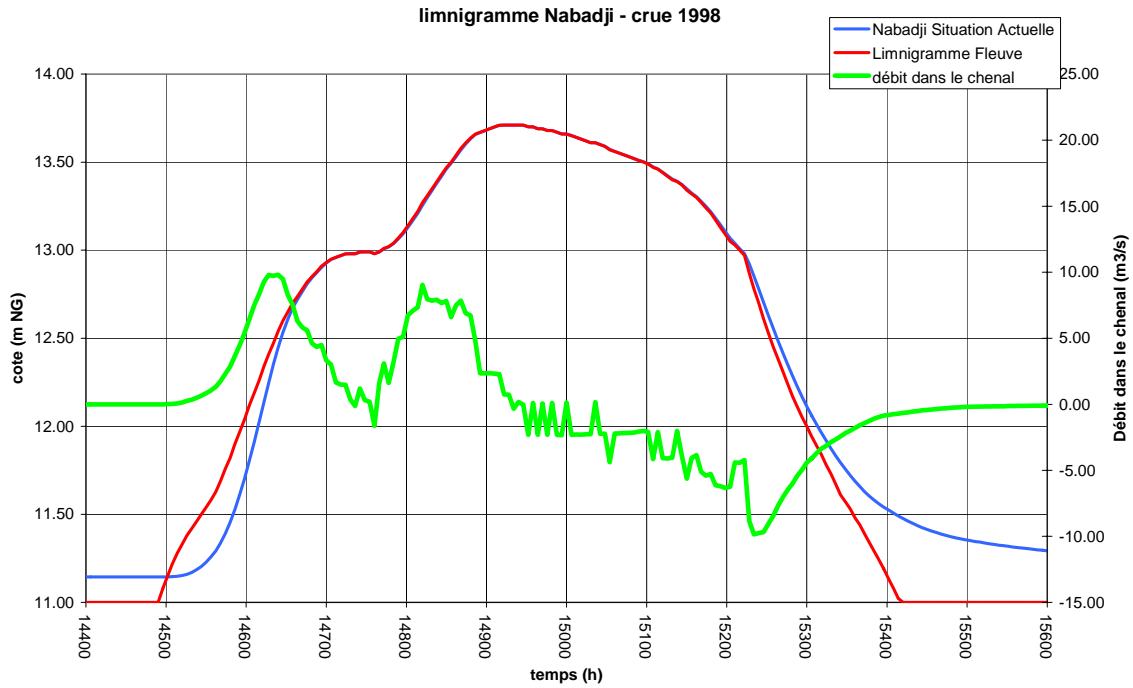
A partir des données topographiques disponibles en particulier les profils en travers relevés au droit du site d'implantation de l'ouvrage projeté et de la connaissance de la loi Cote-Surface, il a été bâti un modèle hydraulique local représentant le fonctionnement de la cuvette lors de sa phase de remplissage et de vidange.

Les crues de 1997, 1998 et 1999 ont été simulés. Ces 3 crues sont en effet représentatives de configurations hydrauliques assez différentes. La crue de 1997 est très proche de la crue optimisée POGR et peut donc être considérée comme représentative d'une situation de fonctionnement normal (dès la mise en oeuvre du POGR). La crue de 1999 est une crue exceptionnelle et les résultats de la simulation de cette crue sont utilisés pour le dimensionnement des ouvrages de protection.

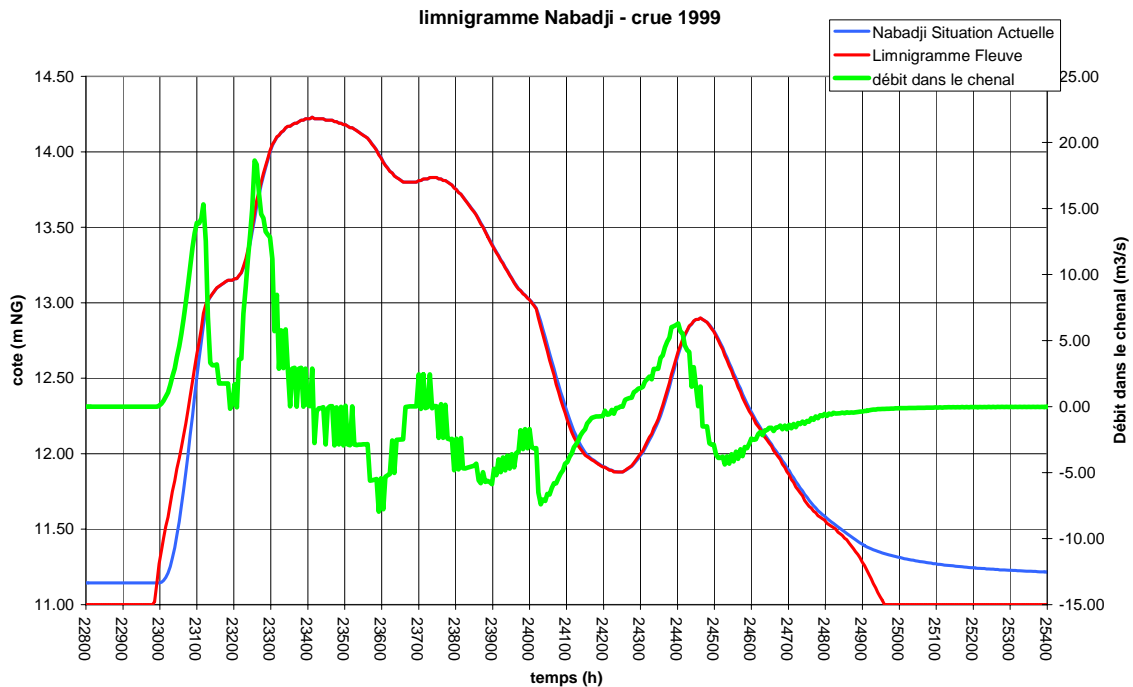
Limnigrammes calculés pour la crue de 1997 :



Limnigrammes calculés pour la crue de 1998 :



Limnigrammes calculés pour la crue de 1999 :



COMMENTAIRES

Évolution des limnigrammes

On constate, sur les simulations de ces trois événements, un léger décalage entre le limnigramme du fleuve et celui dans la cuvette. Ce décalage correspond au temps de remplissage de la cuvette. Cependant la cuvette de Nabadji est de dimension assez modeste, le remplissage est donc assez rapide et le limnigramme dans la cuvette suit donc assez fidèlement le limnigramme de la crue du fleuve.

Débit dans le chenal d'alimentation – vidange de Nabadji

Sur les graphiques précédents, le débit apparaît positif au moment du remplissage de la cuvette et négatif au moment de la vidange. Le chenal d'alimentation de la cuvette fonctionne dans les 2 sens selon que l'on se situe en phase de remplissage ou de vidange.

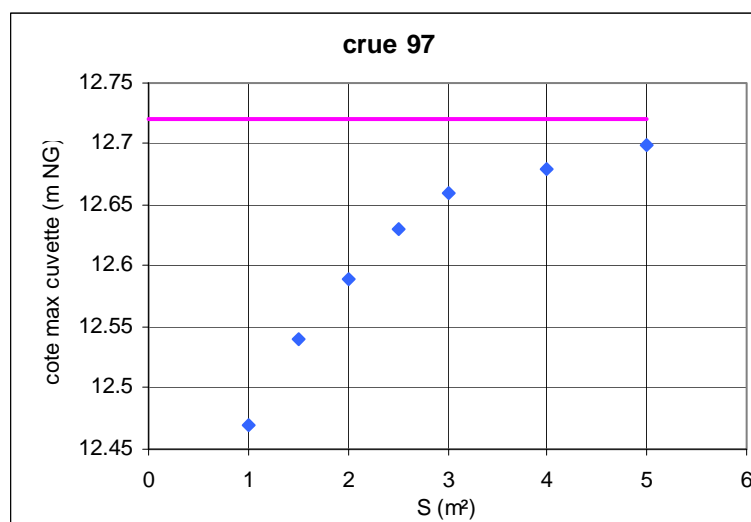
Le débit maximum que l'on observe dans le chenal (en situation actuelle) est de $18 \text{ m}^3/\text{s}$ et se produit pour l'événement le plus important (crue de 1999) au moment de la phase de remplissage de la cuvette.

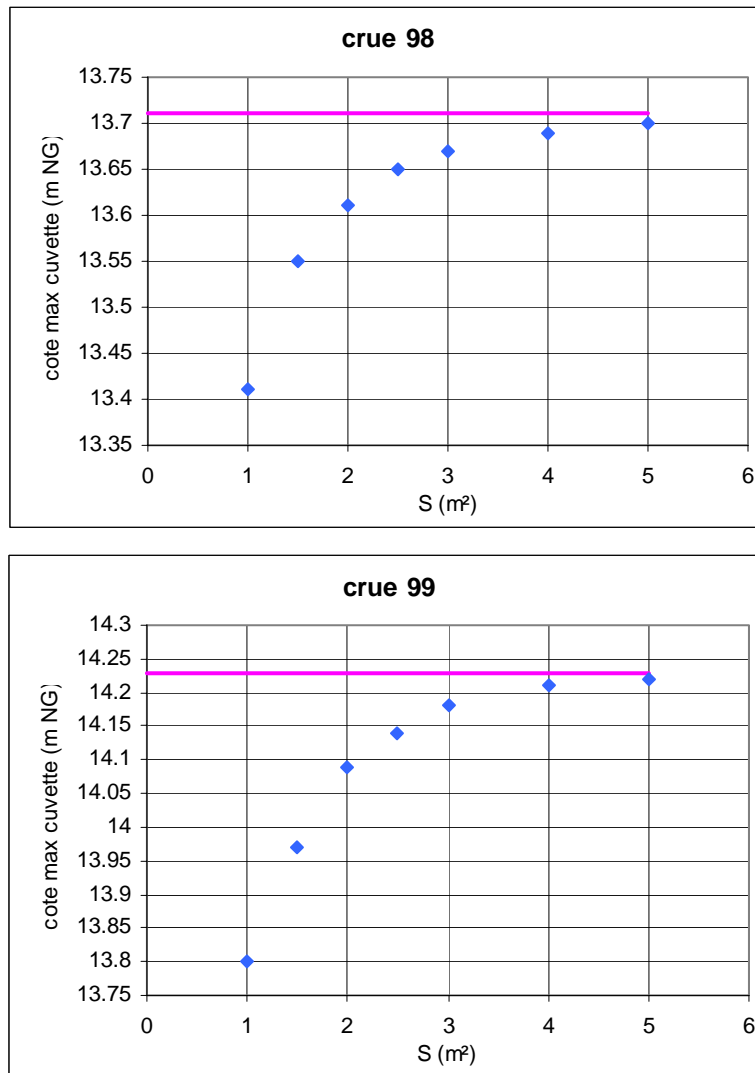
5.1.3.5 Dimensionnement de l'ouvrage de contrôle de la cuvette

Des simulations ont ensuite été réalisées pour définir la dimension optimale de l'ouvrage de contrôle du niveau dans la cuvette.

Plusieurs dimensions d'ouvrages (cohérents avec la topographie locale) ont été testées. Pour chaque type de crue, il a été élaboré une courbe mettant en relation la cote maximale atteinte dans la cuvette avec l'ouverture hydraulique.

Ces courbes sont présentées ci-dessous :





COMMENTAIRES

La ligne rose représente le niveau maximal atteint dans la cuvette en situation actuelle (sans ouvrage de contrôle).

On constate que les ouvrages de faible ouverture limitent le niveau maximal atteint dans la cuvette et réduiraient donc, s'ils étaient réalisés, les superficies potentiellement utilisables pour la culture de décrue.

La dimension de l'ouvrage proposée est donc de 4 m² car avec un tel ouvrage, la cote d'eau maximale dans la cuvette n'est inférieure que de 5 cm à la cote atteinte en situation actuelle. L'incidence de l'ouvrage est donc faible.

5.1.3.6 Plus hautes eaux – fréquence centennale

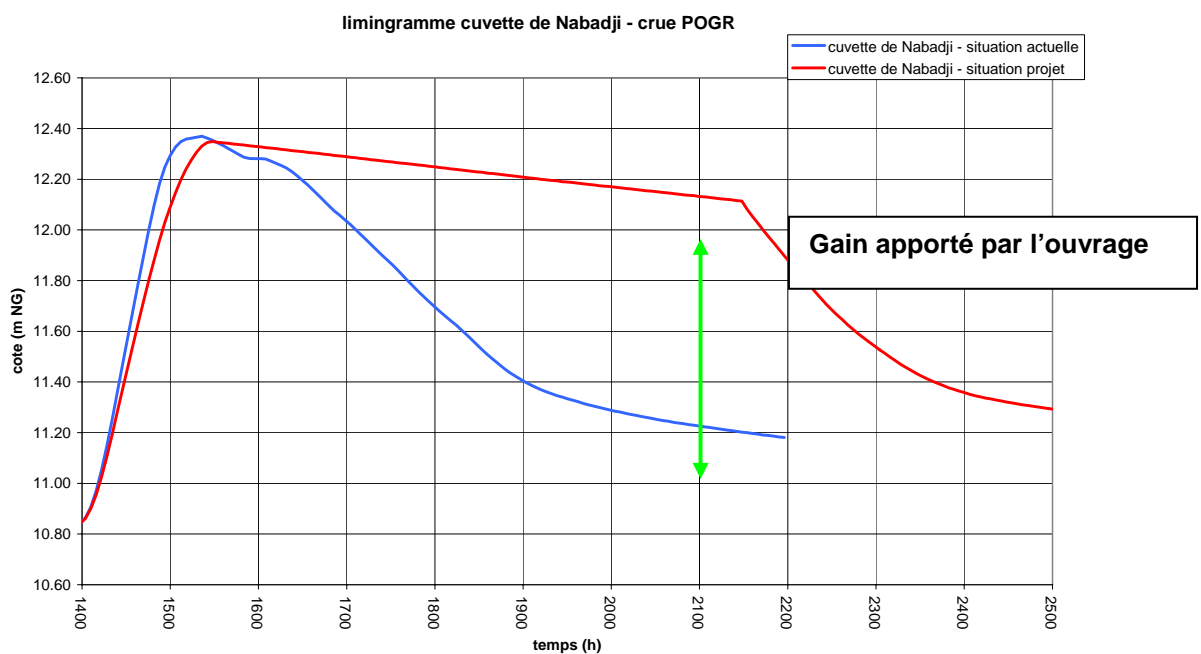
La mise en œuvre des outils hydrauliques de l'IRD (Simulsen) a permis d'évaluer le niveau de fréquence centennale au droit de Nabadji à 14,17 m NG. La cote maximale calculée par le modèle hydraulique à Nabadji pour la crue de 1999 est de 14,23 m NG.

Compte tenu du niveau de précision de ces deux approches, on peut retenir que la crue de 1999 est représentative d'un événement de type centennal (en ce qui concerne le niveau maximal) et le dimensionnement des ouvrages proposés sera donc basé sur les niveaux calculés pour la crue de 1999.

5.1.3.7 Incidence hydraulique du projet

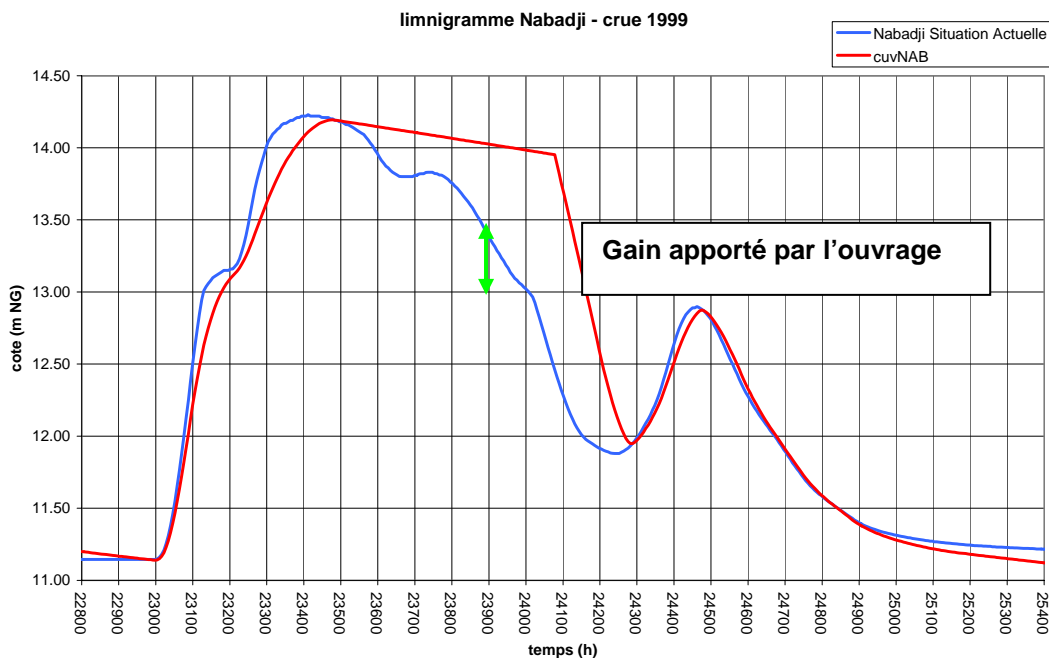
Une simulation hydraulique du fonctionnement de la cuvette a été réalisée après la mise en place des ouvrages de contrôle et en tenant compte des consignes de gestion de l'ouvrage envisagé : vannes ouvertes jusqu'au maximum de la crue puis fermeture des vannes pendant 25 jours et réouverture pour la vidange de la cuvette.

Les limnigrammes sont présentés ci-dessous pour une crue type POGR et la crue de 1999.



La cote en dessous de laquelle les terrains sont inondés pendant 25 jours est de 11.2 en état actuel et de 12.1 en état aménagé.

La mise en place d'un ouvrage permet de faire passer la superficie exploitable pour la culture de décrue de moins de 60 ha à 180 ha.



La crue de 1999 a été très importante et a permis naturellement de noyer assez largement les parcelles destinées à la culture de décrue. Le gain apporté par l'ouvrage est donc proportionnellement plus faible que pour une crue minimale type POGR. Il permet de faire passer la surface exploitable de 410 à 530 ha.

5.1.3.8 Vitesses maximales et dimensionnement des protections

L'évolution des débits calculés dans le chenal en situation projet et pour les 3 années (1997 à 1999) est présentée ci-dessous.



En valeur absolue, le débit maximal en situation projet est de l'ordre de 8 m³/s. la dimension de l'ouvrage étant de 4 m², la vitesse maximale est de 2.25 m/s.

5.1.4 Cuvette de Yédia

5.1.4.1 Description du fonctionnement hydraulique actuel

Voir description chapitre 12.

5.1.4.2 Principe et objectifs de l'aménagement envisagé

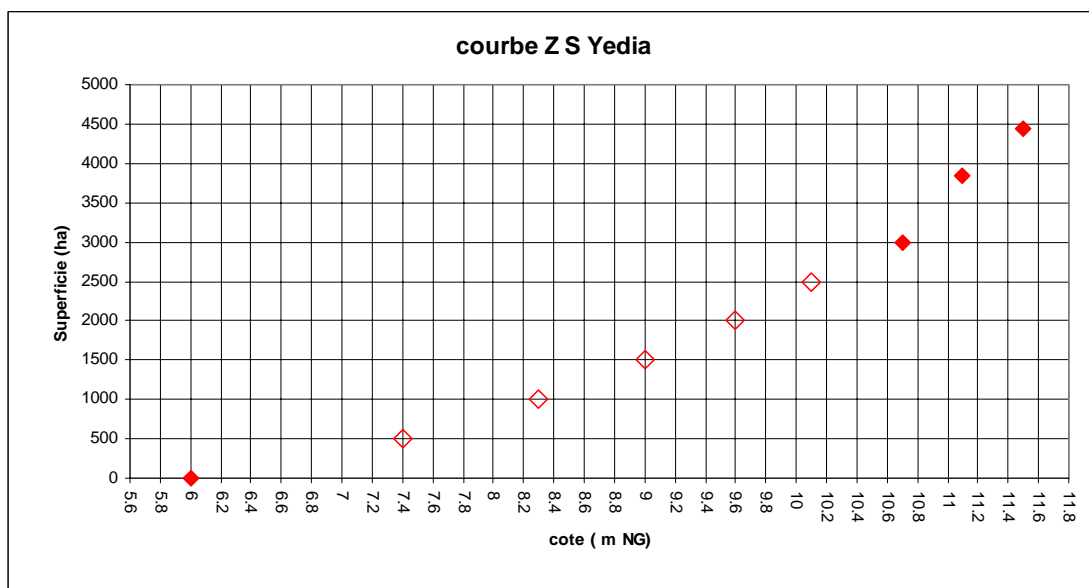
Voir description chapitre 12.

5.1.4.3 Modélisation hydraulique

Les courbes Cote-Surface ont été établies lors de la première phase d'étude en croisant les informations fournies par le modèle hydraulique simplifié (Muskingum) avec les superficies en eau mesurables sur les images satellites disponibles.

Pour chaque vue satellite, la date de la prise de vue est connue et la superficie en eau est mesurable. La modélisation hydraulique fournit, pour cette même date, la cote d'eau dans la vallée du fleuve. Une relation est donc établie entre une surface et une cote d'eau.

En réitérant l'opération sur plusieurs crues (plusieurs vues satellites), on peut reconstituer une loi cote - surface représentative de la cuvette étudiée.



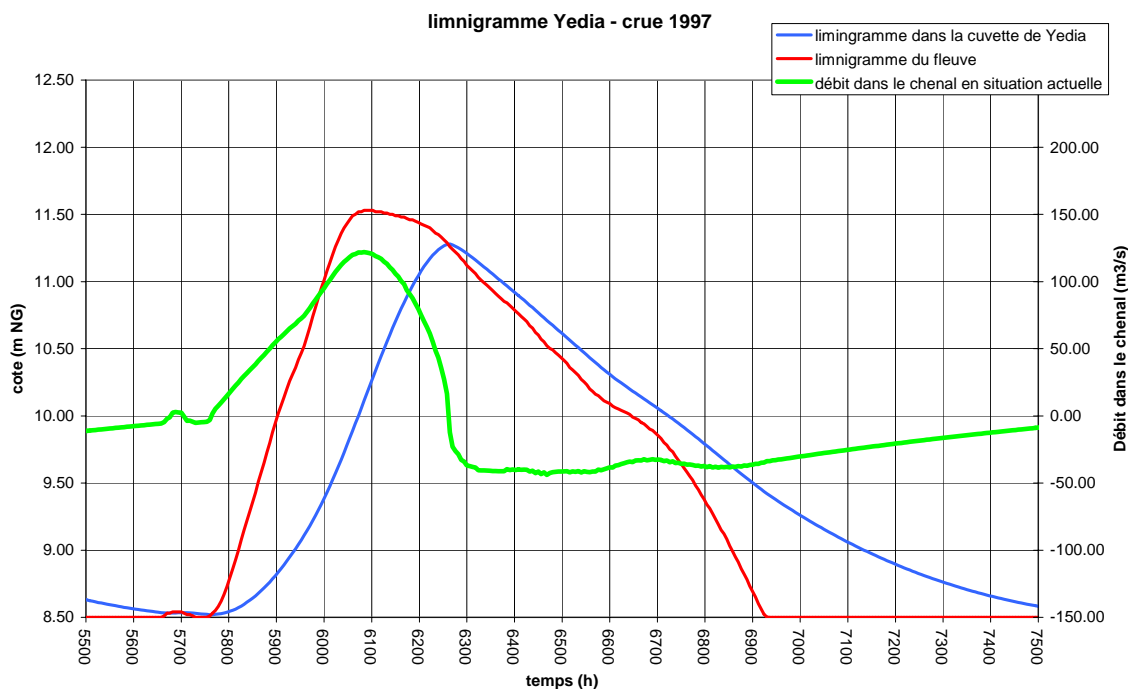
Cote (m NG)	superficie (ha)
6	0
7.4	500
8.3	1000
9	1500
9.6	2000
10.1	2500
10.7	2987
11.1	3847
11.5	4431

5.1.4.4 Fonctionnement hydraulique en situation actuelle

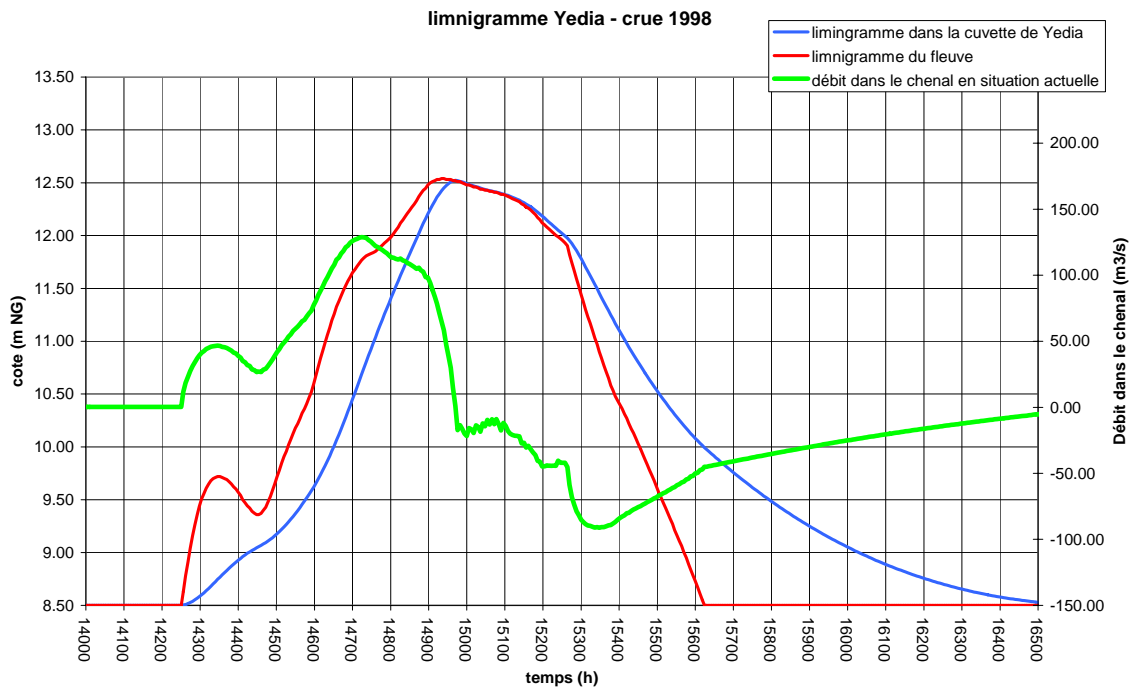
A partir des données topographiques disponibles en particulier les profils en travers relevés au droit du site d'implantation de l'ouvrage projeté et de la connaissance de la loi Cote-Surface, il a été bâti un modèle hydraulique local représentant le fonctionnement de la cuvette lors de sa phase de remplissage et de vidange.

Il a été simulé les crues de 1997, 1998 et 1999. Ces 3 crues sont en effet représentatives de configurations hydrauliques assez différentes. La crue de 1997 est très proche de la crue optimisée POGR et peut donc être considérée comme représentative d'une situation de fonctionnement normal (dès la mise en oeuvre du POGR). La crue de 1999 est une crue exceptionnelle et les résultats de la simulation de cette crue sont utilisés pour le dimensionnement des ouvrages de protection.

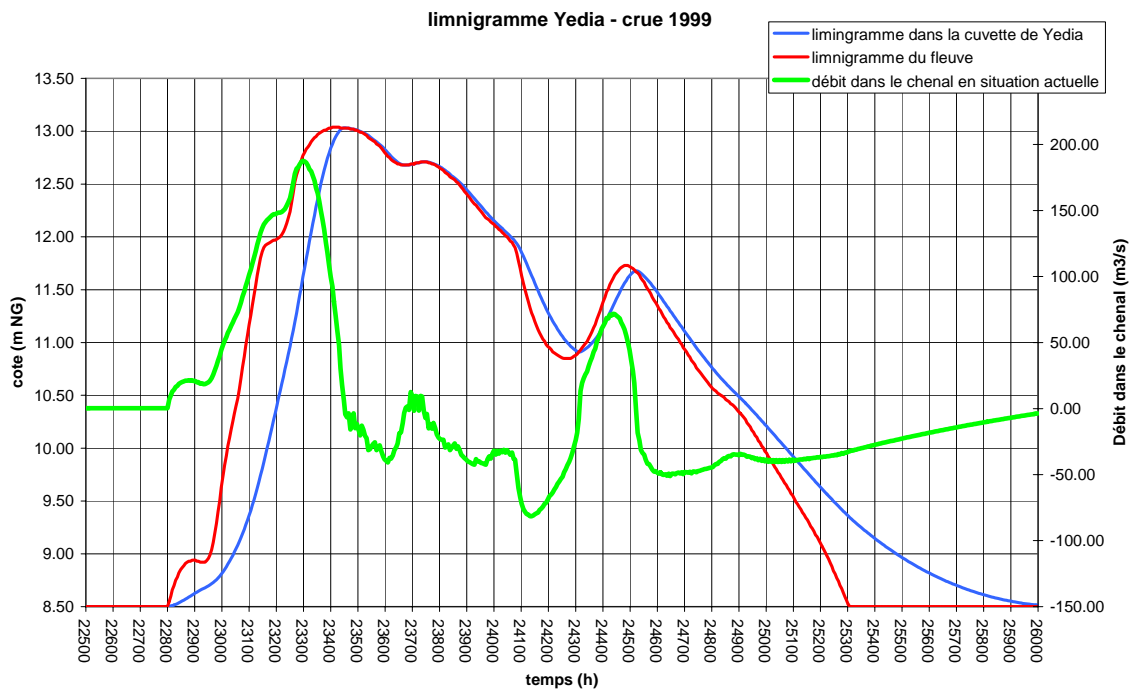
Limnigrammes calculés pour la crue de 1997 :



Limnigrammes calculés pour la crue de 1998 :



Limnigrammes calculés pour la crue de 1999 :



COMMENTAIRES

Évolution des limnigrammes

On constate, sur les simulations de ces trois événements, un décalage d'une centaine d'heures (environ 4 j) entre le limnigramme du fleuve et celui dans la cuvette. Ce décalage correspond au temps de remplissage de la cuvette qui pour la cuvette de Yedia est non négligeable à la différence de la cuvette de Nabadji.

Débit dans le chenal d'alimentation – vidange de Nabadji

Sur les graphiques précédents, le débit apparaît positif au moment du remplissage de la cuvette et négatif au moment de la vidange. Le chenal d'alimentation de la cuvette fonctionne dans les 2 sens selon que l'on se situe en phase de remplissage ou de vidange.

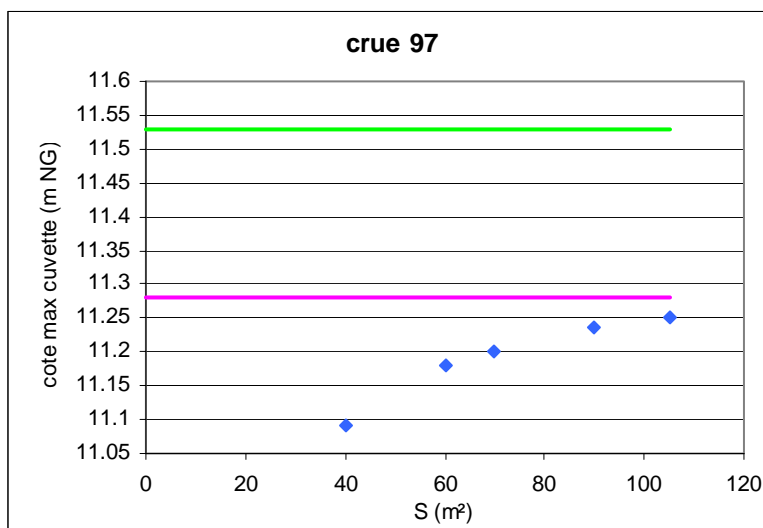
Le débit maximum (en situation actuelle) que l'on observe dans le chenal est de l'ordre de $185 \text{ m}^3/\text{s}$ et se produit pour l'événement le plus important (crue de 1999) au moment de la phase de remplissage de la cuvette.

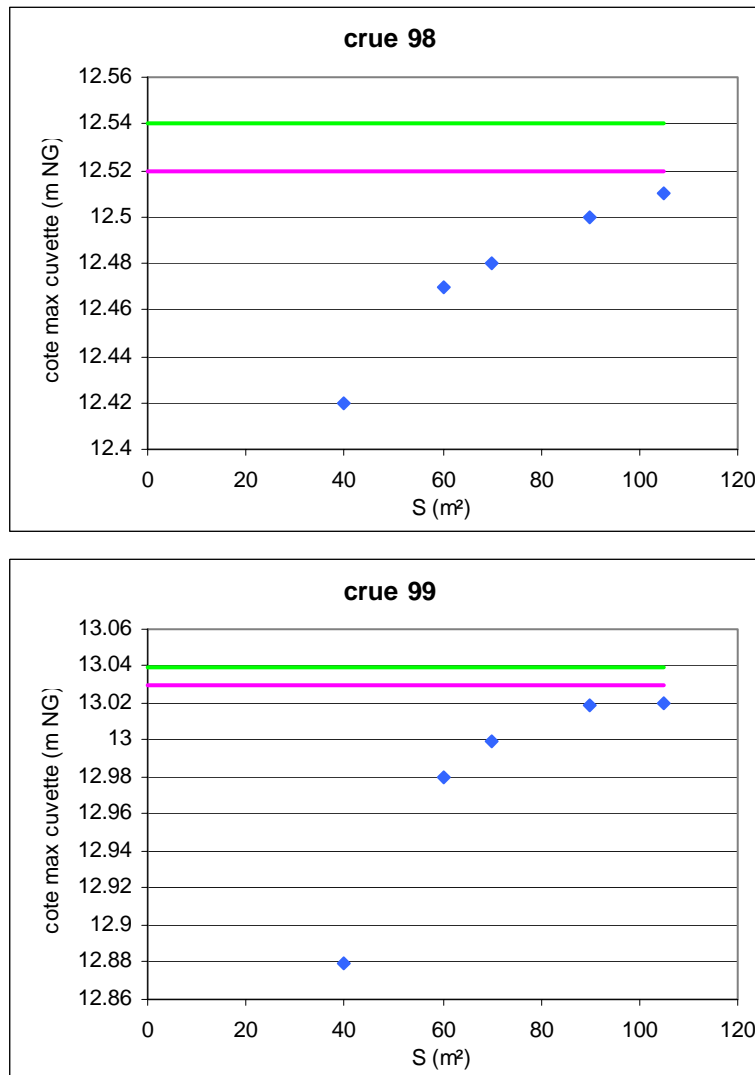
5.1.4.5 Dimensionnement de l'ouvrage de contrôle de la cuvette

Des simulations ont ensuite été réalisées pour définir la dimension optimale de l'ouvrage de contrôle du niveau dans la cuvette.

Plusieurs dimensions d'ouvrages (cohérents avec la topographie locale) ont été testées. Pour chaque type de crue, il a été élaboré une courbe mettant en relation la cote maximale atteinte dans la cuvette avec l'ouverture hydraulique.

Ces courbes sont présentées ci-dessous :





COMMENTAIRES

La ligne rose représente le niveau maximal atteint dans la cuvette en situation actuelle (sans ouvrage de contrôle). La ligne verte représente le niveau maximal du fleuve.

On constate que les ouvrages de faible ouverture limitent le niveau maximal atteint dans la cuvette et réduiraient donc, s'ils étaient réalisés, les superficies potentiellement utilisables pour la culture de décrue.

La dimension de l'ouvrage proposée est donc de 80 m² car avec un tel ouvrage, la cote d'eau maximale dans la cuvette n'est inférieure que de 5 cm à la cote atteinte en situation actuelle. L'incidence de l'ouvrage est donc faible.

5.1.4.6 Plus hautes eaux – fréquence centennale

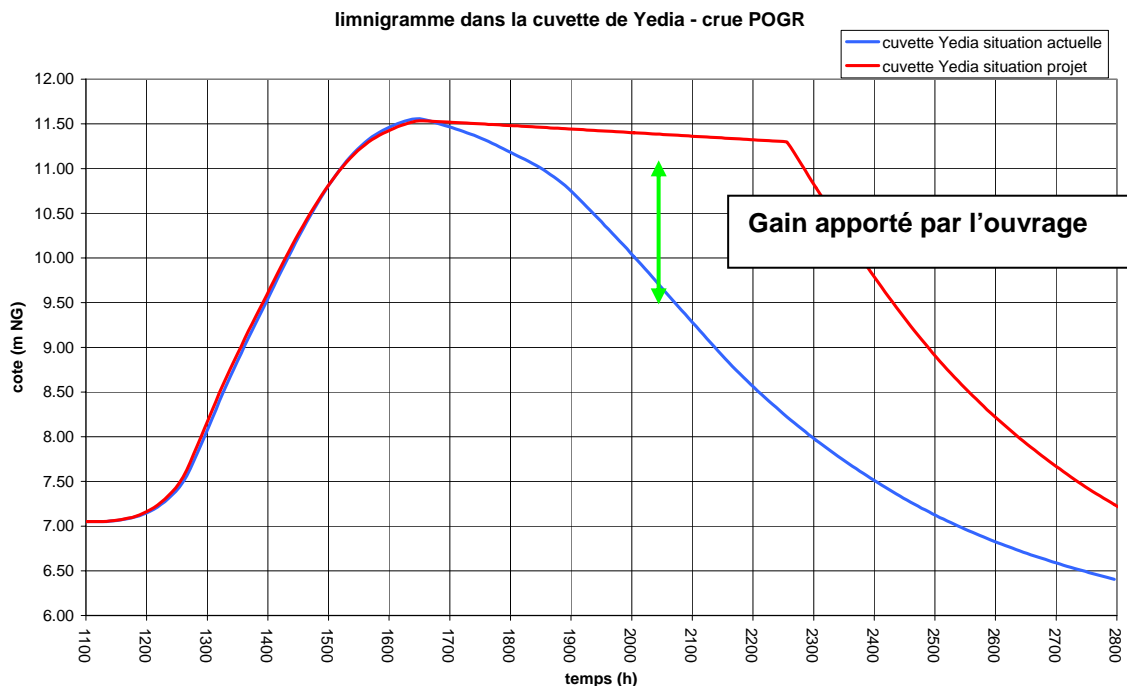
La mise en œuvre des outils hydrauliques de l'IRD (Simulsen) a permis d'évaluer le niveau de fréquence centennale au droit de Yedia à 13,5 m NG. La cote maximale du fleuve calculée par le modèle hydraulique au droit de Yedia pour la crue de 1999 est de 13.04 m NG.

Compte tenu du niveau de précision de ces deux approches, on peut retenir que la crue de 1999 est représentative d'un événement de type centennial (en ce qui concerne le niveau maximal). Le dimensionnement des ouvrages proposés tient compte d'un niveau centennial à 13,5 m NG.

5.1.4.7 Incidence hydraulique du projet

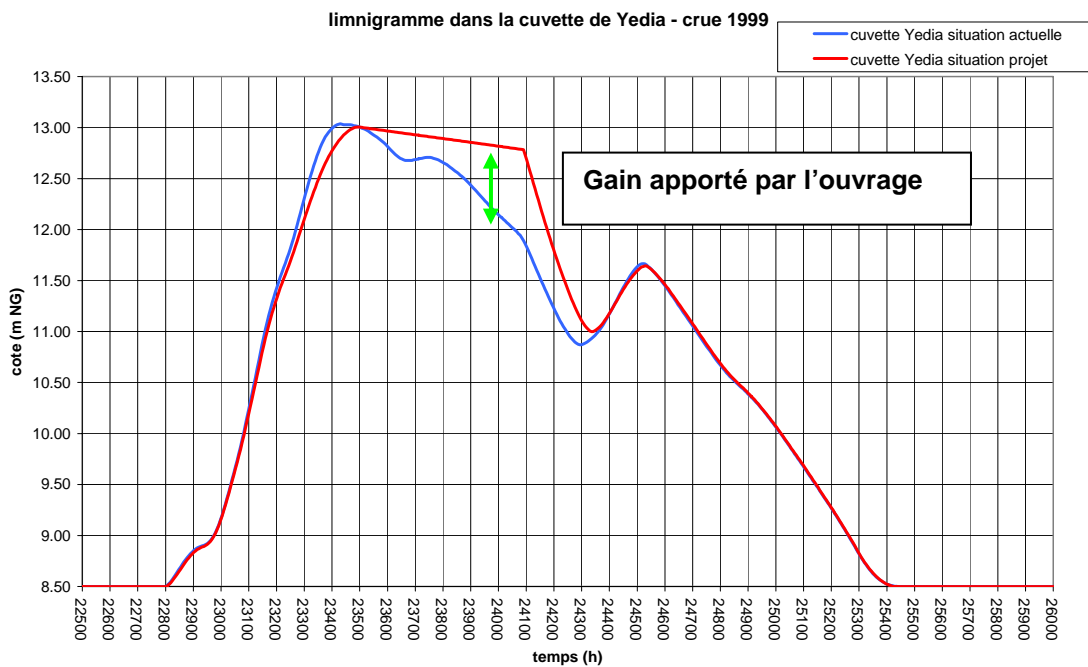
Une simulation hydraulique du fonctionnement de la cuvette a été réalisée après la mise en place des ouvrages de contrôle et en tenant compte des consignes de gestion de l'ouvrage envisagé : vannes ouvertes jusqu'au maximum de la crue puis fermeture des vannes pendant 25 jours et réouverture pour la vidange de la cuvette.

Les limnigrammes sont présentés ci-dessous pour une crue type POGR et la crue de 1999.



La cote en dessous de laquelle les terrains sont inondés pendant 25 jours est de 9.65 en état actuel et de 11.4 en état aménagé.

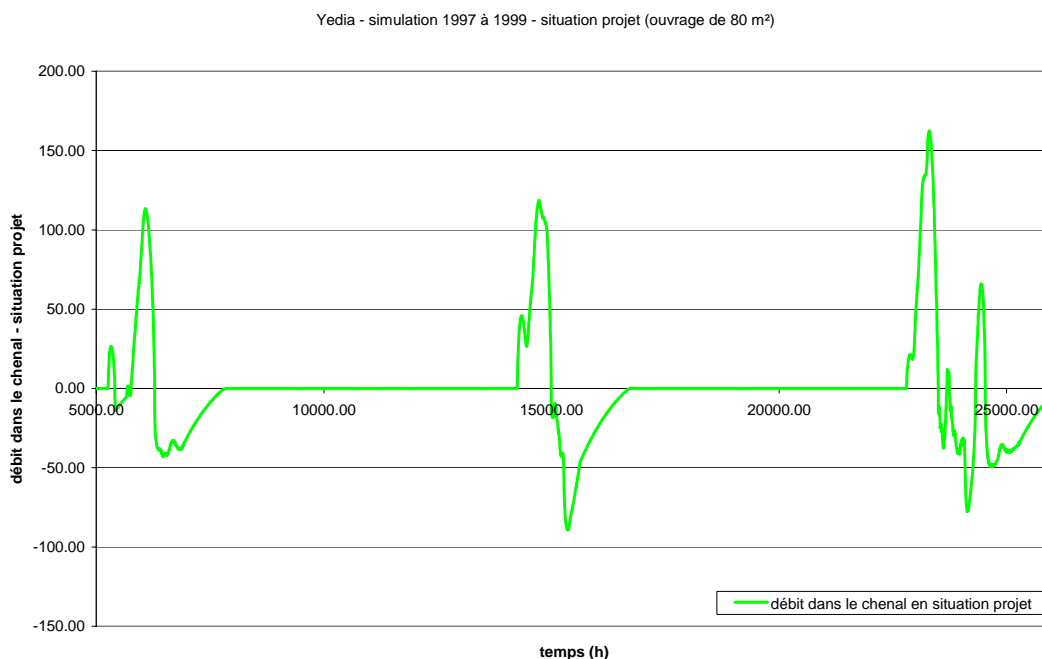
La mise en place d'un ouvrage permet de faire passer la superficie exploitable pour la culture de décrue de 2000 ha à 4300 ha.



La crue de 1999 a été très importante et a permis naturellement de noyer assez largement les parcelles destinées à la culture de décrue. Le gain apporté par l'ouvrage est donc proportionnellement plus faible que pour une crue minimale type POGR.

5.1.4.8 Vitesses maximales et dimensionnement des protections

L'évolution des débits calculés dans le chenal en situation projet et pour les 3 années (1997 à 1999) est présentée ci-dessous.



En valeur absolue, le débit maximal en situation projet est de l'ordre de 160 m³/s. la dimension de l'ouvrage étant de 80 m², la vitesse maximale est de 2 m/s.

5.2 FAISABILITÉ HYDRAULIQUE D'OUVRAGES EN TRAVERS DU FLEUVE SÉNÉGAL

5.2.1 Contexte

L'objectif est d'examiner les solutions d'amélioration du remplissage des cuvettes du lit majeur via les défluent qui les alimentent, à partir d'un ouvrage permettant de rehausser le plan d'eau dans le lit mineur du fleuve.

Concernant le remplissage des cuvettes, les études POGR ont montré que sur le tronçon de l'île à Morphil, la crue du « POGR » assurait une durée de submersion au moins égale à 25 jours en plus hautes eaux, on s'intéressera donc uniquement au tronçon du fleuve situé à l'amont de la défluence du Doué.

Outre le remplissage des cuvettes, l'autre objectif considéré comme intéressant, à travers l'amélioration du remplissage des défluent, en particulier du Dioulol, est de maintenir des niveaux d'eau suffisants au droit de l'aspiration des stations de pompage situés sur ces défluent, stations qui alimentent des périmètres d'irrigation : Orkadiéré, Ounaré.....

On précisera, enfin, quels sont les sites les plus propices pour réaliser de tels ouvrages.

5.2.2 Impact hydraulique

L'impact hydraulique de ce type d'ouvrage est important :

Localement, par les mises en vitesse qu'il ne manquera pas de causer et donc la nécessiter de protéger le lit sur des longueurs suffisantes pour éviter toute déstabilisation de l'ouvrage et des berges,

Dans la zone du remous crée par l'ouvrage : sur les deux rives, à l'amont en augmentant le niveau du fleuve, et donc en favorisant les défluent et autres débordements éventuels, et à l'aval en créant une baisse du plan d'eau et donc, à l'inverse, des conditions de défluence plus défavorables.

Cet impact sera à examiner en période de crue, et de basses eaux, pour connaître les situations extrêmes, mais également sur une longue période (plusieurs cycles annuels), de manière à prévoir l'impact de l'ouvrage sur la morphologie fluviale, et déterminer le nouveau profil d'équilibre fleuve/défluent à terme..

La zone d'impact concernera plusieurs km de linéaire de fleuve, aussi bien de lits mineur que majeurs (RD et RG), le projet devra examiner l'ensemble de ces impacts hydrauliques pour éviter toute surprise après la mise en eau, à court ou long terme. Cette analyse est particulièrement importante compte tenu de la fragilité des sols en place, et nécessitera pour être suffisamment précise une topographie adéquate (modèle numérique de terrain dont la densité devra être précisée).

5.2.3 Définition des objectifs

Pour améliorer le remplissage des cuvettes, la construction d'un seuil en travers du fleuve sur le tronçon amont améliorera le niveau de remplissage, mais la courte durée du pic subsistera : il faudra donc tester si cela se traduit par une augmentation sensible des surfaces inondées plus de 25 jours, et si cela est plus avantageux qu'un ouvrage de rétention classique tel que proposé dans le projet ; C'est sans doute la combinaison des deux qui devrait améliorer les gains en surface inondées, mais à un prix qui risque d'être prohibitif.

Pour sécuriser les niveaux dans le Dioulol au droit de l'aspiration des stations de pompage secondaires, il suffira de relever en conséquence le niveau de l'eau dans le lit mineur. Par contre, en termes d'analyse coûts avantages, il faudra comparer le coût de la station de Balele + les coûts capitalisés des charges d'exploitation, avec le coût d'investissement d'un ouvrage en travers du fleuve, son coût capitalisé d'exploitation, ainsi que celui des effets hydrauliques induits dans sa zone d'impact (positifs ou négatifs).

5.2.4 Définition des solutions techniques envisageables

On peut imaginer deux types de solution :

L'une, statique, constituée :

- D'un seuil en travers du fleuve, calé à une côte qui permette à la fois d'augmenter suffisamment les débits dans la défluence, tout en permettant de passer la crue sans encombre par le lit mineur.
- D'un seuil en travers du Dioulol avec un orifice en charge, cet ensemble devant permettre de limiter l'augmentation du débit dans le défluent par rapport à la situation actuelle.

On doit examiner le comportement hydraulique de cette solution pour une gamme de débits / niveaux couvrant l'ensemble des cas de fonctionnement possibles, afin de caler les niveaux des seuils, leurs longueurs respectives, et les protections amont aval nécessaires.

L'autre, dynamique, est constituée d'une batterie de vannes en travers du fleuve télé gérées à partir de consignes de niveau au droit de l'aspiration des stations de pompes secondaires et au droit des autres points stratégiques : entrées des cuvettes..... Ces vannes s'effaçant totalement en période de forts débits, permettent une quasi transparence de l'ouvrage pendant la crue, limitant ainsi les protections nécessaires. Cette solution ne nécessite pas de simulation importante : seulement un calcul de dimensionnement des protections à débit maximum. Par contre le dispositif nécessitera un système de régulation comportant un réseau de télégestion avec postes secondaires (capteurs de niveaux) et poste central (logiciel de régulation). Les vannes étant nécessairement motorisées, une amenée d'énergie électrique sur site devra être intégrée dans le projet.

5.2.5 Situation des ouvrages

Dans la zone telle que précédemment délimitée, seuls deux sites peuvent sembler être proposés : un dans le voisinage aval de la défluence du Dioulol, dont la restitution au moins partielle au fleuve se fait à l'amont de Matam, l'autre dans le voisinage aval de la défluence du Diamel, juste en aval de Matam, et dont la restitution se fait juste à l'amont de la défluence du Doué. Ces deux défluent présentent des problématiques similaires : alimentations de cuvettes et de stations de pompage d'irrigation : Orkadiéré et Ounaré pour le Dioulol, Kobilou et Ndouloumadji pour le Diamel.

5.2.6 Analyse hydraulique et géomorphologique

On prendra comme cas représentatif, celui du Dioulol.

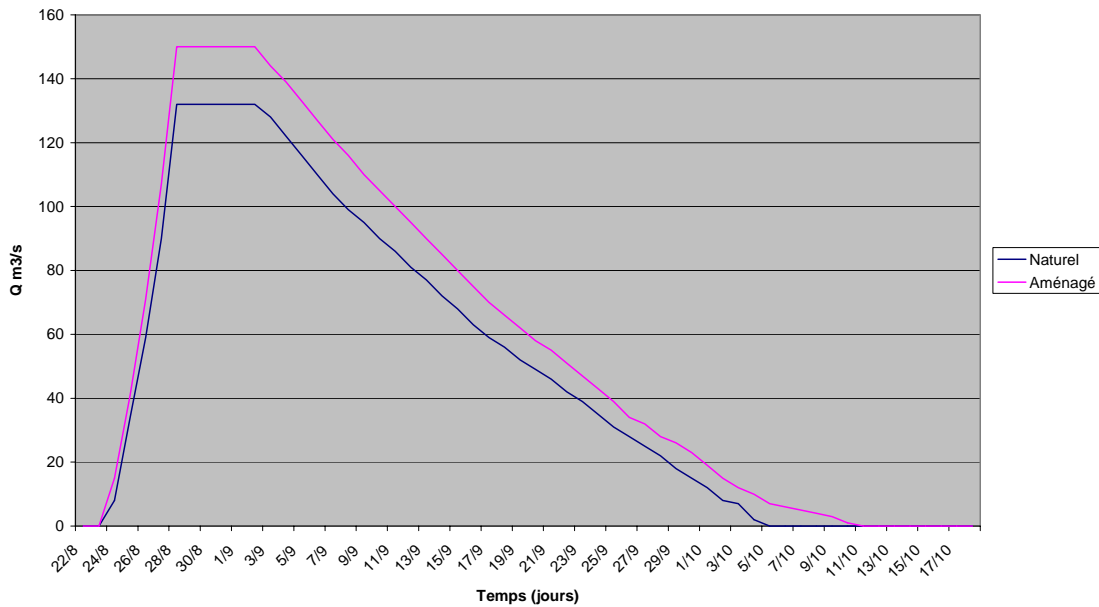
Des simulations hydrauliques du cycle annuel de l'hydrogramme « POGR » ont été réalisées pour :

- Dimensionner les seuils (largeurs, côtes...), pour :
- assurer un « service » équivalent à celui de la station de Balele en basses eaux,
- limiter la sur élévation du plan d'eau en période de crue,
- limiter les excédents de débits transités dans le Dioulol par rapport à la situation naturelle.

Les résultats sont les suivants :

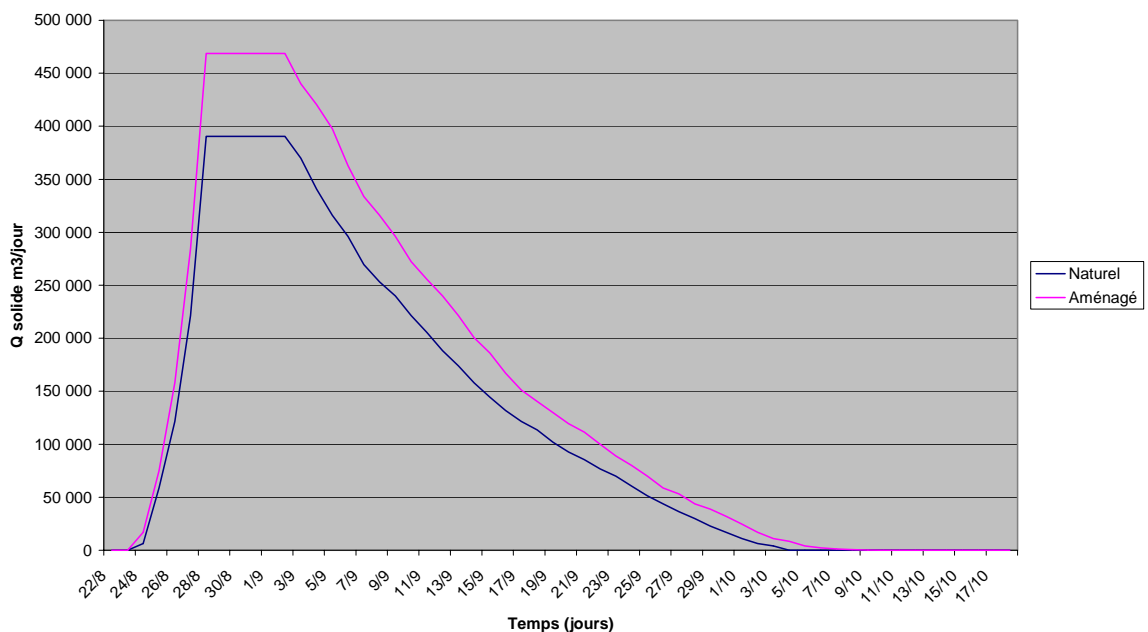
- seuil dans le fleuve à la côte 12.00. longueur : 250 m
- seuil sur le Dioulol à la côte 12.50 longueur 50 m, avec un orifice calibré pour laisser passer $4 \text{ m}^3/\text{s}$ à la côte 11.00, soit 6 m^2 de surface mouillée.
- débit annuel supplémentaire transitant par le Dioulol : $20 \text{ m}^3/\text{s}$ au pic de crue (voir courbe de comparaison des hydrogrammes ci après).

Figure 5 : Débit liquide dans le Dioulol



- transport solide : sur la base des données disponibles (succinctes) on a déterminé les hydrogrammes solides correspondants aux hydrogrammes liquides précédents (méthode de Engelund - Hansen). On met en évidence une forte activité de transport solide en situation naturelle, qui doit être compensée par des apports latéraux importants. Ce volume pour un cycle annuel aurait pour limite supérieure 7 Mm^3 (3% du volume liquide) répartis tout au long du cours du Dioulol, cependant les résultats chiffrés restent sujets à caution compte tenu du manque de données topographiques et de données sur la granulométrie du sédiment sur le cours du défluent.

Figure 6 : Débit solide dans le Dioulol



- Par contre l'accroissement annuel du transport solide dû à l'ouvrage projeté, conséquence des suppléments de débits transités dans le Dioulol serait au plus de l'ordre de 25 %. Cet accroissement est confirmé par l'application de plusieurs modèles de transport solide. Si cet accroissement n'est pas compensé par les apports latéraux, il conduirait sans doute à des impacts négatifs sur les installations existantes : dénoyages des bâches d'aspiration, des alimentations de PPI et de cuvettes, plus ou moins importants suivant la répartition des érosions sur le profil en long du défluent.....
- impacts amont RG outre l'amélioration des stations de pompage : augmentation sensible des surfaces inondées aptes à la culture de décrue
- impacts amont RD : Augmentation des surfaces inondées aptes à la culture de décrue.
- impacts aval RD et RG : abaissement temporaire des plans d'eau et donc des défluences, sans doute compensées par l'augmentation des transits amont aval dans le lit majeur.

5.2.7 Conclusions

A priori, la solution dynamique semble plus adaptée autant par ses coûts que par ses impacts plus limités sur la géomorphologie fluviale.

Compte tenu de la forme du profil en long, du comportement hydraulique du fleuve pour une crue standard type « POGR », de l'état actuel des réflexions du projet « Navigation », on peut imaginer de réaliser deux seuils en travers du fleuve à l'aval immédiat des défluences du Dioulol et du Diamel.

Concernant le Dioulol, l'ouvrage de Balel pourra être complété par un ouvrage vanne sur le Nawel qui constitue le bras de restitution aval du Dioulol au fleuve à l'amont immédiat de Matam, après qu'il ait traversé un certain nombre de cuvettes dont la plus importante est celle de Kanel. Cet ouvrage permettrait d'améliorer la rétention dans ces cuvettes entre Nawel et Dioulol, dont la superficie est importante.

5.2.8 Propositions

Dans chacun des deux cas la faisabilité des ouvrages se posera dans des termes semblables à ceux du cas du Dioulol examiné précédemment, cas que l'on peut considérer comme susceptible d'être le plus attractif.

Chaque site devra faire l'objet d'une étude intégrant les différents aspects évoqués ci-dessus : fonctionnement hydraulique, mode d'exploitation et de régulation, impacts géomorphologiques, aspects économiques (analyse coût avantages)....

Des investigations préalables devront être réalisées :

Un modèle numérique de terrain dont la densité (variable suivant l'éloignement de l'ouvrage), devra être défini par le chargé d'étude en fonction de sa méthode d'analyse.

Des levés topographiques et géotechniques dans la zone du site afin d'implanter l'ouvrage de manière optimale en fonction de la qualité des terrains en place et du niveau du radier du lit mineur.

Il restera enfin à intégrer les contraintes liées à la navigation (écluse...), à l'environnement (débits écologiques, passes à poissons...), et également les effets induits positifs que l'on pourrait attendre d'une telle opération : hydroélectricité, pisciculture, écotourisme sur un plan d'eau stabilisé.....

Enfin, le projet devra faire l'objet d'une analyse coûts avantages, permettant de conclure sur l'intérêt de réaliser un tel ouvrage.

6. PRÉSENTATION PAR PROJET

Afin de faciliter l'exploitation ultérieure de la présente étude (suite des études, dossiers de financement...), on traitera l'ensemble des aspects projet par projet.

On trouvera donc ci après pour chaque projet :

Un bref résumé de son contexte Concernant la Mauritanie, les missions de terrains ont permis de confirmer les ouvrages effectivement définis lors de l'atelier.

- agro socio environnementaux,
- Pour les ouvrages existants, un diagnostic de la situation actuelle,
- Pour les ouvrages neufs leur conception et leur dimensionnement,
- La consistance et la justification des ouvrages proposés,
- L'avant projet sommaire proprement dit qui comporte la présentation des caractéristiques techniques des solutions proposées, les avant métrés et les coûts correspondants, ainsi que les plans correspondants en annexe. Certains projets comportent deux variantes, lorsque cela a paru utile.

7. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE BALEL

7.1 CONTEXTE

Le site de l'ouvrage de Balel est localisé dans le département de Kanel à l'Est du village de Balel sur le terroir de la Communauté rurale de Sinthiou Bamambé peuplée de 45 090 habitants. Il est situé sur le marigot du Dioulol principal défluent du fleuve Sénégal dans la zone.

La zone du projet qui englobe le cours amont du Dioulol situé entre les localités de Balel et de Soringho près de la ville Kanel, est très peuplée. Elle polarise les villages suivants :

Villages polarisés	Population (hbts en 2005)	Observations
Balel	1187	
Waoundé	8041 dont 4235 hommes et 3806 femmes	Commune rurale
Diéla	2286	
Gassambéri	1132	
Total	12646	

Ces différentes communautés partagent les périmètres autour de Balel et le long du Dioulol. L'ouvrage de régulation du Dioulol, en plus de permettre le remplissage du Dioulol devrait être d'un soutien efficace aux stations de pompage aval de Okadiéré et Hamadi Ounaré en assurant le maintien d'une ligne d'eau haute bien longtemps après le retrait de la crue.

Le site de la future station de pompage et de régulation du Dioulol est situé près de la défluence du Dioulol à partir du fleuve Sénégal, légèrement en aval du village de Balel et près de l'ouvrage de franchissement routier en cours de construction sur le Dioulol. L'axe du futur ouvrage orienté N/S est implanté en travers du marigot du Dioulol, entre le pont et le point de confluence/défluence fleuve Sénégal/Dioulol. Les coordonnées géographiques de l'ouvrage relevées sur cet axe (N15° 16' 16,9'' et O 12° 53' 34,9'') correspondent à celles du point bas du profil en travers du Dioulol au droit de l'ouvrage.

Le site est accessible en toute saison grâce à la nouvelle piste latéritique de désenclavement construite par la SAED et qui doit à terme relier le village de Balel à la ville de Matam en longeant le fleuve en rive gauche, le Dioulol et le Navel en rive droite.

Pour pérenniser les cultures irriguées pratiquées le long du cours du Dioulol entre Balel et Kanel, la SAED a initié un programme d'aménagement hydraulique du marigot qui constitue la seule source d'eau pour les casiers au niveau des cuvettes de Orkadiéré et Hamadi Ounaré, aménagés sur une superficie totale d'environ 1 200 ha le long des berges du Dioulol. Le programme s'appuie sur la prolongation du maintien en eau du lit en fin de campagne d'hivernage par un ouvrage de retenue et sur les apports complémentaires d'eau à partir du fleuve Sénégal par pompage en contre saison.

Les études précédentes consacrées au programme (APS et APD réalisés par le Groupement de cabinets BCEOM et HYDROCONSULT International avaient opté pour la réalisation sur le Dioulol, d'un ouvrage composite sur le même site comprenant :

- un ouvrage de franchissement routier (pont de Balel)
- un seuil de retenue et ;
- une station de pompage sur le Dioulol.

La réalisation de l'ouvrage composite telle que prévue initialement n'a pas pu être entreprise par la SAED. Seul le pont routier sur le Dioulol près de Balèl a été construit, la retenue d'eau et la station de pompage n'ont jusqu'ici pas été réalisées.

La présente étude financée par l'OMVS sur des crédits de la Banque Mondiale a pour objectif l'élaboration de l'Avant Projet Sommaire de l'ouvrage de contrôle et de régulation du Dioulol pour permettre la double culture irriguée dans les périmètres aménagés notamment à Orkadière et Hamadi Ounaré.

L'objectif initial recherché ayant été maintenu (maintien en eau du Dioulol durant les campagnes agricoles d'hivernage et de contre saison), il a été décidé de reconduire l'option technique d'aménagement proposée par les études précédentes qui consiste en la combinaison d'un seuil de retenue d'eau submersible et d'une station de pompage sur le même site, mais différent de celui du pont dont la construction est déjà achevée. Le site d'implantation de l'ouvrage combiné est situé près de la confluence/déflueuse à Balel, à environ 200 m du pont, légèrement en amont de celui-ci et à 70 mètres du fleuve Sénégal.

L'ouvrage sera constitué essentiellement :

- d'un déversoir de crues,
- de pertuis vannés pour assurer le remplissage en contre saison et les éventuelles vidanges de la retenue,
- d'un bassin de dissipation d'énergie à l'aval des évacuateurs : déversoir et pertuis,

7.2 CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENTS

7.2.1 Les cotes critiques

Les niveaux des eaux ou cotes caractéristiques retenus pour le dimensionnement de l'ouvrage de Balel sont tirés des études réalisées par BCEOM². Ces cotes s'établissent comme suit :

- Niveau des Basses Eaux du fleuve Sénégal au droit de Balel : 8,50m IGN
- Niveau d'amorce du remplissage du Dioulol à la montée des eaux dans le fleuve : 10,50m IGN
- Cotes respectives des seuils (de l'amont vers l'aval) de Bosséabé, Soringho et Kanel sur le cours du Dioulol : 11,75m IGN ; 12,50m IGN et 13,00m IGN.

- Niveau maximal de la crue atteinte au droit de Balel (au environ du 10 septembre) : 17,00 m IGN.

Ces cotes ont été déterminées à la suite de diverses simulations hydrauliques du cours du Dioulol en fonction des conditions topographiques du lit, des pertes par infiltration et évaporation et des besoins en eau des périmètres irrigués.

7.2.2 Le calage de l'ouvrage de retenue

La solution de retenue des eaux dans le Dioulol est assurée lorsque le seuil déversant de l'ouvrage de Balel est calé à une cote permettant un effacement des seuils existants sur le cours du Dioulol (seuil maximal à Kanel : 13,00 m IGN). Toutefois, ce seuil de retenue doit assurer l'écoulement des eaux dès le début de la crue et à l'amorce du remplissage du Dioulol (10,50m IGN), sans pour autant retarder l'alimentation en eau et le remplissage des biefs constitués entre les seuils de Bosséabé, Soringho et Kanel. Le seuil déversant doit pouvoir également contenir les eaux au niveau le plus élevé possible, tout en évitant un débordement excessif de longue durée des eaux du Dioulol dans les zones aménagées (cultures irriguées, de décrue et zones de pâturage) qui dans ce cas, nécessiterait un endiguement sûrement coûteux du Dioulol.

Sous ces contraintes hydrologiques, hydrauliques et socio-économiques **la cote intermédiaire de 12,50m IGN** située entre les cotes critiques d'amorce du remplissage (10, 50m IGN) et le seuil naturel de Kanel (13,00m IGN) **est la plus indiquée pour le calage du seuil déversant.**

7.3 LA STATION DE POMPAGE

Quant à la station de pompage, elle doit permettre d'obtenir le passage des plus hautes eaux au moment de la montée de la crue et à l'amorce de la décrue sans subir de dommages majeurs irréversibles. En conséquence, la station a été conçue et dimensionnée pour être entièrement submersible aux crues supérieures à 13,00m IGN, et alimentée en eau de manière ininterrompue à partir du fleuve, même en période de basses eaux (niveau du fleuve en étiage : 8,50m IGN). Elle sera donc raccordée au fleuve par un chenal d'amenée sur creusé dans le lit du Dioulol sur une longueur d'environ 70m et dont le plafond sera calée à une cote inférieure à 8,50 mIGN pour maintenir un tirant d'eau (gradient hydraulique) suffisant à l'entrée de la station. Nous retiendrons un tirant d'eau minimal de 1,00m dans le chenal d'amenée, ce qui oblige de **caler le fond du chenal à la cote 7,5m IGN**. On intercalera entre la station et le chenal d'amenée un ouvrage d'entonnement en béton. Au débouché du chenal d'amenée dans l'entonnement, une protection en gabions assurera la transition (couture de l'interface revêtement béton/ talus en terre) entre les deux ouvrages sur une longueur suffisante en amont et sur toute la section mouillée du chenal en période de hautes eaux pour éviter des affouillements sous l'ouvrage en béton. Le gabionnage assurera aussi un recouvrement correct des berges du chenal, sur une bande de 1m de large. L'ouvrage sera fondé sur un radier général protégé par des parafoilles amont et aval en rideaux de palplanches. Il sera prolongé par un matelas de gabions en amont et en aval, sur les talus et sur le lit de la rivière.

Le calcul de la longueur des parafouilles de protection contre les phénomènes d'affouillement sous la fondation sera conduite suivant la règle de LANE, à savoir : $L_v + 0,33 L_h > CH$, avec :

- L_v = cheminement vertical de l'eau sous la fondation (ou digue)
- L_h = cheminement horizontal de l'eau sous la fondation (ou digue)
- H = hauteur d'eau au-dessus du radier de la bêche de d'aspiration
- C = coefficient lié à la nature du terrain d'assise de la fondation. Dans le cas présent la valeur de 6,5 est celle qui convient pour des sables fins et des sols limoneux en zone superficielle.

L'application donne $L_v > 6,5 \times 4,50 - 12,50 \times 1/3 = 25,125m$

En supposant deux parafouilles d'égale hauteur mais décalées de 10m (largeur du radier de fondation), l'une en amont et la seconde en aval, la longueur des parafouilles est donc de $(25,125-10)/2 = 7,5m$. Ces parafouilles seront réalisées en palplanches type Larsen 31.

7.4 LES INSTALLATIONS DE POMPAGE

7.4.1 Besoins en eau et débits de pompage

L'étude des débits de pompage pour satisfaire les différentes pertes et les besoins en eau des périmètres menée par le BCEOM dans le cadre du programme de pérennisation des cultures irriguées le long du Dioulol a donné les résultats suivants :

Tableau 4 : Besoins en eau (débits fictifs continu 24h/24)

Mois	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déce
Débits (m ³ /s)	2,9	3,5	3,6	2	1,4	apports pluie	apports pluie	apports pluie	apports pluie	2	1,6	0,9

Les équipements de pompage devront être dimensionnés pour couvrir **le débit de pointe observé dans l'année**, c'est-à-dire celui du mois de Mars **estimé à 3,6 m³/s**. Toutefois, les durées de fonctionnement ne doivent pas excéder 20 heures pour réserver un temps suffisant à l'entretien programmé des groupes de pompage. **Pour une durée de pompage de 20heures/24h, le débit à assurer est de 4,32 m³/s**. Toutefois, le nombre de pompes devra être limité tout en permettant une flexibilité dans l'exploitation de la station de pompage (disponibilité d'un groupe de secours en cas en cas de panne d'une unité). Pour ce débit de pointe trois (3) groupes de 1,44 m³/s suffisent, mais nous retenons l'installation d'un **quatrième groupe électropompe** pour tenir compte de la nécessité de la disponibilité d'une réserve en cas de besoin. Aussi, les installations électriques seront dimensionnées pour tenir compte des contraintes ci-dessus et garantir une qualité de service adéquate.

7.4.2 Définition des pompes

Comme la possibilité d'une submersion de la station n'est pas à écarter, **on prévoira des groupes électropompes immergées** telle que le recommande d'ailleurs la SAED pour des raisons de standardisation, de fiabilisation du service et de souplesse dans l'exploitation de la station. **La hauteur maximale d'élévation de l'eau sera de 4 m** (soit, niveau de refoulement : 12,50 m IGN- niveau d'étiage du fleuve : 8,50 m IGN).

Les pertes de charge à l'aspiration et au refoulement des groupes électropompes immergées pour un débit nominal de 1,44 m³/s à travers des conduites d'aspiration et de refoulement de diamètre intérieur d'environ 80 cm (cf. stations de Orkadiéré, Hamadi Ounaré et Grande digue Telele) sont **de l'ordre de 0,80 m**. **La HMT est donc de 4,8 m** et le point caractéristique de fonctionnement des groupes électropompes est : **Q= 1,44 m³/ à 4,8 m**.

Le calcul des puissances des groupes et des équipements de transformation donne :

- **Puissance absorbée** : $(9,81/0,80) \times Q \times H = 12,26 \times 1,44 \times 4,80 = \mathbf{85 \text{ KW}}$
- **Puissance moteur** : $(85 \times 1,10) / 0,90 = \mathbf{104 \text{ KW}}$
- Puissance apparente du transformateur : $(3 \times 104) / (0,84 \times 0,98 \times 0,96) = 395 \text{ KVA}$, soit **400 KVA de puissance normalisée**. **Toutefois, tenant compte des conditions climatiques relativement sévères qui prévalent sur le site où les équipements fonctionneront souvent sous des températures largement supérieures à 30°C, nous retenons un transformateur de 500KVA.**

Les groupes électropompes immergées seront choisis en fonction des caractéristiques suivantes :

Marque	Guinard ou Flygt	Standardisation matériel de pompage SAED
Type	à hélice	
Nombre de pales/aubes		
Angle d'inclinaison des pales		
Débit (m ³ /s)	1,44	
HMT (m)	4,8	
Vitesse (tr/min)		
Rendement hydraulique	80%	
Tension nominale d'alimentation (V)	380	Conditions de transformation à partir ligne MT Sénégal (stabilité tension de services)
P _{absorbée} (KW)	85	
P _{motrice}	104	
Rendement moteur	85 à 90%	
Cos phi	0,84	Minimisation des charges d'exploitation
Diamètre tube d'aspiration/refoulement (mm)	800	

7.4.3 Conditions d'installations des groupes de pompage

Les autres caractéristiques des installations sont :

- dimensions de réservations (cellules de pompage) pour les groupes,
- cote de calage du point d'aspiration de la pompe,
- hauteur minimale de l'eau dans la bêche d'aspiration,
- cote du radier de la bêche d'aspiration.

Dans un souci de standardisation et par analogie, nous retenons un encombrement utile des électropompes de Balel du même ordre de grandeur mais légèrement plus grand que celui des groupes électropompes qui avaient été installés à la station de Grande Digue Telem, soit une **largeur des cellules de pompage de 1,80 m** environ. Compte tenu de l'importance des éventuels dépôts de boue dans le cuvelage de la station, les crépines d'aspiration des pompes seront calées à 0,50 m du radier des cellules de pompage. Une hauteur d'eau minimale d'environ 1,5 m est également considérée pour une sécurisation de la pompe, ce qui conduit à **caler le radier de la bêche d'aspiration à la cote 8,50 m - 1,50 m = 7,00 m IGN.**

7.4.4 Équipements connexes de la station

Les vitesses d'écoulement attendues dans le chenal d'amenée au débit maximal de $3 \times 1,44 \text{ m}^3/\text{s}$ et pour un tirant d'eau de 1,00m sont de l'ordre de 0,50m/s. Ce qui suppose des courants très faibles à des tirants d'eau nettement supérieurs à 1,00m et une forte tendance à la sédimentation non seulement dans le chenal mais aussi dans la fosse de pompage de la station. Des opérations de curage devront être donc réalisées régulièrement. Pour le dévasement et le curage de l'intérieur du cuvelage de la station de pompage (fosse de pompage), il sera prévu la fourniture d'une pompe à boue de type immergé mobile et d'un débit suffisant pour assurer les opérations de dévasement de la station.

7.4.5 Les pertuis et seuil déversant

En partant de l'hypothèse que la dimension maximale d'un pertuis est de 2x2m, le calcul de la capacité de transit des pertuis est conduit sous l'hypothèse d'un écoulement libre à l'aval, type d'écoulement qui se présentera la plupart du temps en phase de décrue.

Les pertuis vannés : sous ces conditions, le débit par unité de largeur est donné par la relation suivante (hydraulique des canaux découverts).

$$Q/b = m a (2gH_0 / (1 + (m a / H_0)))^{1/2}$$

Avec $m = 0,6$

$a = 2\text{m}$

$b = 2\text{m}$

$H_0 = (Z_{\text{amont}} - 10,00\text{m IGN})$ où la valeur 10,00m IGN représente la cote du lit du marigot en aval de l'ouvrage.

Le calcul est mené avec des pas de 0,50m depuis la cote de déversement 13,50m IGN à la cote 10,00m IGN donne un débit moyen par pertuis de 14m³/s sous une charge hydraulique de 3,50m, soit un débit global évacué par les 4vannes de vidange de l'ordre de 60m³/s.

Le seuil déversant : le débit de remplissage/vidange a été considéré en situation de crue (Z = 12,50m + 1,00m). Ce débit est estimé par le groupement de cabinets BCEOM/HYDROCONSULT International comme étant de l'ordre de 120m³/s à 150m³/s. Sous le niveau 13,50m IGN, le débit évacué par les quatre pertuis ouverts est de l'ordre de 60m³/s. Pour que le débit envisagé de 150m³/s puisse transiter dans ces conditions de niveau, le déversoir doit donc évacuer 90m³/s soit (150m³/s - 60m³/s).

Le niveau de crête du déversoir adopté ci-dessus est de 12,5 mIGN, il correspond à la valeur du plan d'eau en octobre peu après l'amorce de la décrue. Avec les prélèvements des périmètres, les pertes par infiltration et par évaporation et sans pompage d'appoint, ce niveau devrait descendre progressivement jusqu'à la cote 8,50 m IGN (niveau des basses eaux du fleuve). Un niveau maximum moyen de 13,50 m en amont de l'ouvrage déversant est envisageable ; il y correspond une charge sur la crête déversante H de 1,00 m (13,50-12,50m) et un débit unitaire donné par la relation classique :

$$Q/L = 0,8h (g h)^{1/2}$$

Avec Q : débit en m³/s

L : Longueur déversante en m

G : 9,81 en m/s²

h : profondeur critique 2/3 de H en m

H = charge déversante en m

A partir de la relation ci-dessus et de la valeur du débit à évacuer par le déversoir qui est estimé à 90 m³/s, on déduit : $Q/L = (0,8 \times 2/3 \times 1 (9,81 \times 2/3 \times 1)^{1/2}) = 1,36$ et $L = 90/1,36 = 66,17$ m arrondi à **67 mètres de ligne déversante** soit 33,5 m de chaque coté de la station de pompage.

7.4.6 Les vannes de remplissage/vidange

Le système de vannage de la station devra être dimensionné pour pouvoir évacuer la totalité du débit entrant dans le Dioulol avant que le déversoir ne puisse entrer en fonction pour écrêter la crue. Les études antérieures menées par le groupement de cabinets BCEOM/HYDROCONSULT International indiquent qu'à la cote 12,50m IGN de déversement, le **débit entrant est d'environ 6m³/s**. Les vitesses d'écoulement à travers les vannes devront être calculées pour vérifier leur incidence sur la stabilité des berges (effet non érosif sur des sols limoneux sableux tels que ceux retrouvés sur le site).

Dés le début de la campagne d'hivernage, en juin/juillet, le remplissage des biefs doit s'effectuer en laissant passer la crue du fleuve par les quatre (4) pertuis de la station de pompage qui seront en nombre suffisant pour évacuer dans le Dioulol un débit maximum de 6m³/s. Les vannes de fermeture des pertuis seront dimensionnées pour que leur taille n'induisse pas des pertes de charges inadmissibles. Toutefois, étant donné qu'il nous semble difficilement envisageable de disposer d'une fourniture électrique suffisamment puissante pour soulever les vannes, nous avons retenu que les manœuvres des vannes de l'ouvrage seront donc manuelles. Leurs dimensions ne devraient donc pas excéder 2x2m

Les pertes de charge induites par une taille des vannes de 2x2m sont déterminées à partir de la formule des orifices en écoulement noyé à savoir :

$$Q = k S (2g \Delta h)^{1/2}$$

Avec **Q** : débit en m³/s

k : coefficient de débit compris entre 0,6 et 0,7 soit 0,65 dans le présent cas

S : section des vannes

g : accélération de la pesanteur soit 9,81

Δh : pertes de charge au passage de l'orifice en mètres.

Pour un débit de 14 m³/s et pour une section d'écoulement effective de 1,50x1,50m, les pertes de charges calculées comme ci-dessus sont de l'ordre de 1,50 m que l'on peut considérer comme moyennement faibles par rapport à la rapidité du remplissage assuré par des vannes de cette taille. Les calculs de vérification des vitesses d'écoulement au niveau de la vanne donnent des valeurs de l'ordre 3,52 m/s sur le radier du bassin de dissipation qui devraient s'atténuer rapidement dans le chenal de fuite gabionné sur une bonne partie de son lit et des berges au-delà du bassin de dissipation.

7.4.7 Le bassin de dissipation

Dimensionnement du bassin de dissipation : Le nombre de Froude en amont du bassin est déterminé à partir de la formule :

$$Fr_1 = V_1^2 / (gh_1)$$

Avec **Fr₁** : Nombre de Froude (sans unité)

V₁ : Vitesse d'entrée dans le bassin (en m/s)

h₁ : Profondeur conjuguée (en m)

g : accélération de la pesanteur (en m/s²)

Pour une vitesse de 3,5m/s et une hauteur de lame d'eau à la sortie des pertuis de 1,5m, le Nombre de Froude est 0,83. Pour des valeurs du nombre de Froude inférieures ou égales à 1 (cas présent), le régime de l'écoulement est lent, et il n'y pas de ressaut. Nous retenons sans contrainte d'écoulement hydraulique particulière, une longueur de bassin de **dissipation de 15m équivalente** à la longueur développée par la structure centrale (station de pompage).

7.4.8 L'envergure de l'ouvrage

L'ouvrage combiné station de pompage / seuil de retenue sera disposé à la perpendiculaire du lit du Dioulol sur l'axe d'implantation retenu par la présente étude, et en position centrale par rapport au profil en travers du lit du marigot. L'ensemble de **l'ouvrage en béton** (seuil et station de pompage) sera déployé sur une **longueur totale de 85 m environ** en y incluant les sur-largeurs du radier des fondations. La structure de la station de pompage sera construite au milieu et le seuil déversant réparti de part et d'autre de la station (**33,5 m de longueur déversante de chaque côté de la station**). Une **digue d'approche** en remblai de terre de **70 m de longueur** totale développée constituera l'élément de raccordement de la structure en béton aux deux rives du marigot. Elle viendra s'appuyer et s'ancrer dans les murs bajoyers de la structure en béton constituée par le seuil déversant. Un traitement adéquat devra être réservé à la liaison structure béton/ remblai en terre pour éviter des affouillements et perte de matériaux de remblai qui conduirait à la ruine prématurée de l'ouvrage.

7.4.9 Les locaux techniques

L'étude prévoira également la construction de locaux techniques et leurs équipements (bâtiment abritant les équipements électriques, poste de transformation, etc.) et une ligne MT fournissant la puissance et l'énergie nécessaire pour le fonctionnement des groupes et de leurs auxiliaires à partir du réseau général de la SENELEC situé à 6 km du site.

7.4.10 Piste d'accès à la station

Une piste latéritique en bon état a été réalisée sur le tronçon Dembankané- Balel ainsi qu'un pont de 110 m de long qui permet de traverser le Dioulol. Ces infrastructures routières sont fonctionnelles et desservent déjà le site de la station.

7.5 AVANT PROJET SOMMAIRE

7.5.1 Les composantes et la description de l'ouvrage

L'ouvrage de contrôle et de régulation de Balel comprend les ouvrages suivants :

- une station de pompage équipée de 4 groupes électropompes immergées de 1,44m³/s sous une HMT de 4,8m, dont un groupe en secours ;
- un barrage-seuil de 67,00m de longueur et de 10,00m de largeur,
- une digue de raccordement de la partie béton de l'ouvrage aux rives du marigot de 70m de long.
- Un chenal d'amenée de l'eau à la station de pompage ;
- Un local technique et un poste de transformation ;
- La réalisation d'une ligne électrique MT 30 Kv sur 2 kilomètres de longueur.

L'ouvrage seuil de retenue d'eau associé à la station de pompage est en position centrale par rapport au lit du marigot du Dioulol sur un axe situé à 50m environ de la confluence avec le fleuve Sénégal. Il est fondé sur un radier général et est composé de cinq éléments à réaliser en béton armé :

- Une structure centrale formant la station de pompage et les 2 passes vannées latérales
- Quatre structures latérales seuil situées en rives gauche et droite de la structure centrale de pompage et de vannage

La structure centrale correspondant à la station de pompage qui comprend les éléments de génie civil des cellules des tubes de pompage contenant les électropompes immergées et les pertuis équipés de vannes murales étanches. Cette structure centrale, d'une longueur de 18 m comprend également un radier en béton armé de 0,40 m d'épaisseur calé à 10,00 m IGN et un voile de séparation entre le bief aval et le bief amont d'alimentation de la station de pompage.

La partie pompage d'une longueur de 10 m comprend :

- quatre cellules de pompage de 1,80mx 1,80m et de 6,50 m de hauteur. Des bajoyers d'épaisseur 0,40m séparent les cellules de pompage ;
- un plancher supérieur calé à 17,50m IGN correspondant au TN du plateau des berges, de 0,30m d'épaisseur et 3,00m de large ancré dans un voile de séparation et les bajoyers de 0,40m d'épaisseur ;
- un radier général calé à la cote 10,00m IGN protégé par des parafouilles amont/aval en palplanches Larsen 31 et par un tapis de gabions d'épaisseur 0,50m ;
- quatre chenaux de rejet des eaux de pompage de 1,50 m de large environ séparés par des bajoyers qui porteront des rainures pour batardeaux placées à 2,50 m du mur de séparation du bief amont et du bief aval.

Les structures latérales du seuil comprennent :

- un radier général en béton armé de 0,40m et de 10m de largeur ;
- un mur seuil de 0,50m d'épaisseur calé à la cote 12,50m IGN et ancré dans le radier;
- un radier général calé à 10,00 m IGN dans sa partie intérieure et à 11,00m IGN dans sa partie en rive. Il est protégé également par deux rideaux de palplanches amont/aval et d'un matelas de gabions en amont et en aval.

Le bassin de dissipation assurera la liaison entre la station de pompage et le chenal d'amenée qui sera revêtu d'un tapis de gabions de 0,50m d'épaisseur et se prolongeant sur la rive par un autre tapis de couronnement.

Le bâtiment technique, de dimensions 6mx10 m de hauteur 3,5m sous plafond sera clôturé et compartimenté en trois locaux distincts :

- un local des armoires électriques ;
- un local abritant le transformateur, et ;
- un local magasin pour le stockage des pièces et autres matériels électromécaniques

La fondation du bâtiment sera en béton armé, par poteaux sur semelles isolées ancrés sur le bon sol et reliés par des longrines. Le plancher dalle en béton armé est calé à la cote 20,00 m sera coulé sur un remblai d'apport constitué d'un matériau adéquat compacté. La maçonnerie d'élévation en agglomérés de ciment de hauteur 3,5m sera surmontée d'une dalle toiture en béton armé.

Dans le compartiment des armoires électriques sera aménagé un caniveau de 0,50m de large pour loger les câbles électriques, couvert par des dalles en béton armé et communiquera avec le local du transformateur. Y seront installées toutes les armoires électriques de protection et commande des pompes immergées ainsi que les équipements électriques 'lampes, climatiseurs, prises électriques diverses.

Le local du transformateur de dimension standard 3,20mx 3,80m (normes Senelec) comprendra :

- Système de fermeture et d'alerte sécurité agréé par la Senelec ;
- Un dispositif de ventilation haute et basse
- Des caniveaux logeant les câbles électriques, couverts par des dalles en béton armé
- Une fosse de réception des fuites d'huile du transformateur de vidange
- Les cellules d'arrivée de protection du transformateur
- Le transformateur de 400 KVA posé sur rail
- Le disjoncteur BT, le tableau de comptage et le matériel de sécurité du poste de transformation
- L'installation électrique.

Les équipements électromécaniques et électriques de la station comprennent :

Les groupes électropompes au nombre de quatre, du type à hélice dans un diffuseur à aubes directrices installées en tubes avec les caractéristiques suivantes :

- débit : 1,44m³/s;
- HMT : 4,80m ;
- rendement hydraulique minimum sur la plage définie ci-dessus :80%

Les équipements connexes de la station de pompage que sont :

- la pompe à boue pour l'épuisement et le curage de la fosse de pompage,
- l'éclairage de la structure centrale du seuil,
- les deux sondes de niveau ultrasoniques pour mesurer les niveaux d'eau amont et aval de la station et fixées au génie civil de celle-ci,
- les câbles électriques de raccordement à l'armoire des auxiliaires,
- le portique de manœuvre des vannes, mobile et démontable,
- les échelles fixes d'accès aux diverses parties e la station de pompage.

Les équipement de vannage comprennent 4 vannes murales de 1,5mx1,5m étanches sur les quatre cotés. Elles seront manœuvrées à partir de la pateforme de la SP par une vis tournante commandée par un volant amovible. Cette vis est placée dans une colonnette de protection et un dispositif de détection de la vanne en position fermée et ouverte est monté. Ce dispositif actionne les contacteurs électriques de position de protection.

L'alimentation électrique de la station de pompage nécessite son raccordement par une bretelle de 2 km à partir de ligne moyenne tension Sénélec de 30kV existante Gassambéry-Waoundé (barre de dérivation de ligne, ligne triphasée de 2km, descente de tête de poteau à l'arrivée, ligne aéro-souterraine entre poteau et cellules d'arrivée et de protection du transformateur).

L'équipement des armoires électriques des pompes : les pompes seront commandées et contrôlées par des armoires électriques installées dans le local armoires électriques. La condition de marche simultanée des 3 pompes devra être satisfaite par l'équipement électrique de commande et de protection des pompes. Les cellules d'arrivée et des services auxiliaires ainsi que les cellules de protection et de commande de pompe seront équipés en standard (avec tous les éléments nécessaires). Toutes les liaisons électriques entre le bâtiment technique et la station de pompage seront réalisées par des câbles enterrés (caniveau en béton armé couvert de dalles) et placés dans des gaines de protection.

7.5.2 Détails quantitatifs et estimatifs

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant :

Génie Civil	547 890 400 FCFA
Equipements	546 210 000 FCFA
Total	1 094 100 400 FCFA

7.6 ANALYSE COÛTS AVANTAGES

Outre les coûts d'investissement ci dessus, il convient de tenir compte des charges annuelles d'entretien, d'exploitation : personnel, énergie...., et de renouvellement, qui se chiffrent à environ 140 000 000 FCFA d'après une estimation sommaire.

Pour être complet il conviendra de tenir compte des charges relatives à la gestion de l'envasement et surtout des coûts d'investissements relatifs à l'adaptation des réseaux d'irrigation (sur élévation).

Le gain au niveau de Manantali correspond à une meilleure adéquation de la ressource avec les besoins globaux à l'échelle du bassin, concernant les recettes de turbinage, elles ne devraient pas changer en moyenne inter annuelle.

Les avantages seront donc essentiellement agricoles : exploitation de l'ensemble des surfaces irrigables, sécurisation de l'approvisionnement en eau, et réalisation d'une culture de contre saison sur cette même surface. Les bénéfices induits s'élèveraient à environ 200 000 000 FCFA par an. On pourra également citer l'amélioration du remplissage des cuvettes pour les cultures de décrue dans les secteurs de Balel, Orkadiéré, Hamadi Ounaré et Soringho.

7.7 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Le projet de Ballel comprend un ouvrage de contrôle et une station de pompage qui sont destinés au remplissage régulier du système Dioulol.

Cette remise en eau du Dioulol devrait relancer de façon significative la pêche avec le développement attendu de la faune piscicole.

Les localités pouvant être concernées sont : Balel (1187 hbts), Waoundé (8041 hbts), Diéla (2286 hbts), Gassambéri (1132 hbts).

Il s'y ajoute la réduction des lâchers souvent demandés à Manantali.

En outre, l'ouvrage de Balel devrait soutenir les stations de Orkadiéré et de Ounaré en envoyant un volume d'eau suffisant dans le système du Dioulol et ainsi permettre un pompage en tout temps.

8. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE ORKADIÉRÉ

8.1 CONTEXTE

Le site de la station de Orkadiéré est sur le territoire de l'arrondissement du même nom. Le village de Orkadiéré qui compte 4715 habitants partage ses périmètres avec les villages voisins de Windou Bosséa (3338 habitants) et Polel (2248hts). Comme pour la SP de Ounaré, l'ouvrage de Orkadiéré a été construit sur les berges du marigot du Dioulol.

La station de pompage existante est localisée en rive droite du marigot le Dioulol, à 5 km de la localité de Orkadiéré, dans le département de Kanel (région de Matam). L'accès à la station de pompage est relativement facile et se fait par une piste en latérite reliant site à la localité de Orkadiéré. Les coordonnées géographiques considérées pour le site de la SP (N 15° 19' 26,9'' et O 12° 58' 13,0'') sont celles relevées au GPS.

8.2 SITUATION INITIALE, DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS.

Diagnostic de l'état des stations en juillet 2006		
Station	Désordres constatés sur le G C	Désordres constatés sur le du matériel
Orkadiéré	Génie civil en bon état.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pompes, armoires électriques, lignes MT et transformateur hors service, ➤ Problèmes d'ensablement des chenaux d'amenée et d'envasement de l'intérieur des cuvelages des stations.

Les problèmes essentiels sont un débit trop faible et un niveau de refoulement également trop faible, qui ne permet pas de dominer suffisamment les parcelles et nécessite donc parfois des relevages. Le périmètre irrigué couvre environ 300 ha. La station et le casier sont à l'état d'abandon depuis plus de cinq ans pour les raisons précédentes.

La station qui a été réalisée et mise en service vers les 1990 comprend les structures et équipements suivants :

- le local abritant les armoires électriques,
- le bâtiment poste de transformation avec l'arrivée de la ligne électrique 30 kv de la SENLEC,
- La ligne MT (30kv) de 3 km qui abouti au poste de transformation,
- le chenal d'amenée et l'ouvrage de prise d'eau sur le Dioulol ainsi que son raccordement à la station,
- la structure des cellules abritant les électropompes immergées,
- Le bassin de dissipation et le canal de restitution qui alimente les périmètres irrigués,
- Les équipements de pompage constitués de 6 électropompes immergées d'un débit de 500l/s chacune,
- Les lignes de conduites pour l'aspiration et le refoulement.

La structure centrale est constituée par la station de pompage qui comprend les éléments de génie civil des cellules des tubes de pompage contenant les électropompes immergées et les pertuis équipés de vannes murales étanches. Cette structure centrale, de dimensions 9mx6m comprend également un radier en béton armé de 0,80m d'épaisseur calé à 7,50m IGN et un voile de séparation entre le bief aval et le bief amont d'alimentation de la station de pompage.

La partie pompage d'une longueur de 5m comprend :

- trois cellules de pompage de 1,70mx 2,70m et de 6,50m de hauteur sous dalle intermédiaire pouvant loger 3 groupes de pompage. Des voiles de séparation des cellules de 0,25m d'épaisseur, un mur de séparation entre le bief amont et le bief aval, et le bajoyers extérieur d'épaisseur 0,40m servent d'appui aux deux pertuis latéraux et au remblai d'approche de la station de pompage ;
- un plancher intermédiaire qui sert entre autre de support des tubes d'aspiration calé à 14,50m ;
- un plancher supérieur calé à 18,50m IGN correspondant au TN, de 0,40m d'épaisseur et 6,00m de large ancré dans les voiles de séparation des cellules le mur de séparation amont/aval et les bajoyers;
- un radier général calé à la cote 7,50m IGN d'épaisseur 0,80m ;
- une bache de mise en charge de 9mx2mx4m avec seuil déversant ;
- un chenal d'amenée des eaux dans la bache d'aspiration de 2,70m de large délimités par deux murs bajoyers de 0,30m ; l'ensemble formant le dalot de la prise d'eau.

Deux passes latérales également équipées de vannes et de batardeaux de garde. Le bassin de dissipation de dimensions 11mx 5m assure la liaison entre la station de pompage et le chenal d'amenée revêtu d'un tapis de gabions de 0,50m d'épaisseur et se prolongeant sur la rive par un autre tapis de couronnement. Cependant, pour tenir des modifications proposées pour la nouvelle configuration de la partie aval de la station, une bache de mise en charge de dimension 9mx2m et un seuil en béton armé seront intercalés entre la station et le bassin de dissipation en béton armé. Le seuil déversant de la bache est calé à la cote 18,50m et le fond du chenal d'irrigation rehausser jusqu'à la cote 17,20m pour permettre de bien dominer les casiers à irriguer sans pompage intermédiaire.

Le bâtiment technique, est de même dimension que celui de Hamadi Ounarède (5,5mx 2,70 m de hauteur 3,5m sous plafond), il n'est pas clôturé. Il abrite les armoires électriques de la station

Ce bâtiment est fondé sur le bon sol et la dalle plancher est calée à la cote 18,70m. La maçonnerie d'élévation en agglomérés de ciment de hauteur 3,5m pour le local technique est surmontée d'une dalle toiture en béton armé.

Pour son alimentation en énergie, la station a été connectée au réseau général de la SENELEC par une ligne de 30kv actuellement hors service et dont la remise en service nécessite une reprise complète en raison des dommages importants subis lors des fortes intempéries de l'hivernage 2005.

CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES DES POMPAGES D'IRRIGATION

De l'amont vers l'aval, les caractéristiques hydrauliques des pompages existants sont :

- Niveau radier entrée dalot d'amenée : de 8,47 m IGN
- Pente radier dalot d'amenée : de 8,47 m IGN au niveau de la prise à 8,25mIGN à l'entrée de la chambre d'amenée, soit une pente de 0,89cm/m
- Niveau radier entrée chambre d'amenée : 8,60m
- Pente radier chambre d'amenée : 8,60m à 7,50m IGN, soit une pente de 31,4cm/m
- Niveau radier bêche d'aspiration : 7,50 m IGN
- Cote des plus basses eaux dans la bêche d'aspiration : 9,40m IGN
- Niveau radier de fixation du tube de refoulement : 14,50m IGN
- Niveaux de la génératrice inférieure du refoulement vers bassin de dissipation: 14,60 m IGN
- Niveau radier bassin de dissipation : 14,50m IGN
- Niveau plateforme supérieure du corps de la SP (raccordement aval) :18,50 m IGN
- Dimensions des puits de pompage (encombrement) : 150 x150 x 660cm
- Dimensions du tube (cellule) de refoulement : diamètre 0,80m ; longueur totale développée 8,00m sous radier fixation tube de refoulement
- Dimensions des 4 pertuis centraux : 80x80cm
- Dimensions des 2 pertuis latéraux : 110x110cm
- Nombre et type de pompes : 3 électropompes immergées Guinard
- Niveau Terrain Naturel dans la Parcelle UAI 16: 17,20m IGN
- Niveau d'eau maxi à garantir en aval : 17,20m IGN
- Hauteur actuelle d'élévation de l'eau: 14,60m IGN - 9,40m IGN = 5,20m
- Hauteur d'élévation de l'eau (projet de réhabilitation) :17,20m IGN-9,40m IGN= 7,80m
- Empattement chemin du portique sur rail : 310cm
- Périmètres dominés, superficie actuelle aménagée 121ha ;
- Durée de fonctionnement des pompes : de 15 à 20 heures/24 heures selon la demande
- Nombre et type de pompes (situation actuelle : 150 ha aménagés) : 3 Groupes électropompes immergées prévues dont un seul était installé et mise en service), débit unitaire de 500 l/s, soit 1800m³/h ; hauteur manométrique 6,00m

DIAGNOSTIC

Génie civil

Aucune dégradation majeure n'est visible sur la structure et la superstructure qui composent la station. Comme la station de Hamadi Ounaré, elle a été conçue de la façon suivante: des hauteurs géométriques de refoulement du même ordre de grandeur (6 à 12m), construction d'un cuvelage pouvant avoir une profondeur de 8 à 10m mis en liaison avec la ressource par un dalot équipé d'une prise batardée aux deux extrémités et prolongé parfois par un chenal d'amenée. Les deux stations ont été construites donc presque à l'identique la même année (1990) et par la même entreprise, à la seule différence que l'une a une capacité double de l'autre. En effet, la station de Ounaré peut recevoir 6 groupes de pompes immergés tandis que celle de Orkadiéré ne peut en recevoir que 3. L'essentiel des accessoires hydrauliques possède les mêmes caractéristiques techniques (cotes de calage, encombrement, etc.).

Contrairement à la station de Grande Digue Telet, les deux stations de pompage de Hamadi Ounaré et de Orkadiéré proposées en réhabilitation fonctionnent en lignes d'eau trop basses et imposent dans leur configuration actuelle un pompage intermédiaire pour l'irrigation des casiers aménagés. L'objectif principal des réhabilitations souhaitées par la SAED au niveau de ces stations vise leur reconversion en station à lignes d'eau hautes permettant de supprimer le double pompage qui s'avère très coûteux pour les exploitants.

Station de Pompage	Cote actuelle de refoulement (m IGN)	Cote de refoulement en lignes d'eau hautes après réhabilitation (m IGN)	Charge différentielle (m)
Orkadiéré	14,60	17,20	2,6

Les nouvelles contraintes de niveau exigées pour la station de Orkadiéré nous amènent à faire les propositions de modification suivantes :

- aménagement d'une chambre de mise en charge sur l'emplacement du bassin de dissipation existant ;
- réalisation d'un seuil déversant en béton dans le prolongement de la chambre de mise en charge permettant d'évacuer le débit dans le nouveau bassin de dissipation à construire puis dans le canal de fuite;
- recalibrage et recalage du canal principal d'alimentation en eau des casiers (fond du canal calé à 17,50m IGN) pour une capacité de transit suffisante (1000l/s). Le nouveau chenal doit constituer un plan d'eau suffisamment haut qui domine les casiers aménagés (lame d'eau dans le canal de 1,00m à 1,20m);
- prolonger à la verticale les tubes de refoulement à la sortie de la bêche d'aspiration et retournée en col de signe à une cote légèrement supérieure à 18,20m IGN.

8.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

L'essentiel des besoins en réhabilitation concerne les équipements électriques et électromécaniques (électropompes, armoires électriques et accessoires et câblage électriques, lignes MT 30 Kv), pour lesquels des travaux et fournitures de grande ampleur devront être réalisés. En effet, l'ampleur des désordres constatés justifie largement une rénovation et une remise à niveau totale des équipements de pompage et de fourniture d'énergie.

En outre, le système d'alimentation gravitaire des bâches d'aspiration par chenal, le calage relativement bas du radier des dalots d'amenée ainsi que l'absence de dispositifs de protection contre l'érosion de stabilisation des talus du chenal ont entraîné un ensablement important et l'obstruction des tunnels d'alimentation, des bâches d'amenée et chambres d'aspiration.

Une autre cause non moins importante semble également expliquer cet ensablement excessif des stations : l'absence d'entretien systématique des chenaux et une remise en état périodique des vannes et batardeaux, l'aménagement de pièges à boues et leur vidange régulier par pompage. Ceci est souvent justifié par le coût récurrent élevé de telles opérations et la modicité des ressources financières allouées aux travaux de curage et au reprofilage/stabilisation des berges des canaux adducteurs et de l'intérieur du cuvelage des stations de pompage. Les constatations majeures sur l'état des ouvrages et les interventions nécessaires sont présentées dans le tableau après.

Station	Travaux et Fournitures envisagés
Orkadiéré	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peinture sur murs des locaux techniques, sur gardes corps et accessoires métalliques (échelles, caillebotis en tôle striée, portique sur rail, etc.), ➤ Curage des chenaux ensablés et de l'intérieur du cuvelage de la station envasé, ➤ Remise en état des batardeaux et vannes, ➤ Renouvellement du matériel électromécanique et électrique (pompes, armoires électriques, câbles d'alimentation des pompes, etc.), ➤ Réhabilitation de la ligne MT et remplacement du transformateur, ➤ Installation d'un dispositif de protection des installations contre la foudre et le vandalisme (parafoudre, protection des armoires et des pompes contre les variations de tension), <p>Mise en place d'un dispositif d'amélioration du cosinus phi de la station (minimisation des charges d'exploitation).</p>

Dimensionnement des pompes de remplacement

- Besoins mensuels de pompage projetés (du mois de pointe) calculés sur la base des hypothèses suivantes de mise en valeur des terres aménagées ou aménageables et de consommation de pointe: 200ha de riz en HIV et 200ha de riz en CSC
 - a) Campagne d'hivernage (mois d'août) : $4500\text{m}^3/\text{ha} \times 200\text{ha} = 900\,000\text{ m}^3$, soient 642 l/s pour 15 heures de pompage au mois de pointe ;
 - b) Campagne de CSC (mois de février) : $4800\text{m}^3/\text{ha} \times 200\text{ha} = 960\,000\text{ m}^3$, soient 680 l/s pour 15 heures de pompage au mois de pointe ;
- Nombre et type de pompes de remplacement (**projet de rénovation/réhabilitation**) : **2 Groupes électropompes immergées**, débit unitaire **500l/s ou 1800m³/h** ; hauteur manométrique de pompage : **8,60m**
- **Puissance absorbée** : $(9,81/0,80) \times Q \times H = 12,26 \times 0,5 \times 8,6 = 53\text{ KW}$
- Puissance moteur : $(53 \times 1,10) / 0,90 = 65\text{ KW}$
- Puissance apparente du transformateur : $(2 \times 65) / (0,84 \times 0,98 \times 0,96) = 165\text{ KVA}$, soit **200 KVA de puissance normalisée**

Marque	Guinard ou Flygt	Standardisation matériel de pompage SAED
Type		
Nombre de pales/aubes		
Angle d'inclinaison des pales		
Débit (m ³ /s)	0,50	
HMT (m)	8,60	
Vitesse (tr/min)		
Rendement hydraulique	80%	
Tension nominale d'alimentation (V)	380	Conditions de transformation à partir ligne MT Sénélec (stabilité tension de services)
P _{absorbée} (KW)	53	
P _{motrice}	65	
Rendement moteur	de 85 à 90%	
Cos phi	0,84	Minimisation des charges d'exploitation (consommation en énergie électrique)
Diamètre tube d'aspiration/refoulement (mm)	800	
Compactibilité entre encombrement des pompes et les réservations existantes		

8.3.1 Description des équipements

Dans le compartiment des armoires électriques est aménagé un caniveau de 0,50m de large pour loger les câbles électriques, couvert par des dalles en béton armé et communique avec le local du transformateur. Y seront installées toutes les armoires électriques de protection et commande des pompes immergées ainsi que les équipements électriques les lampes, et les prises électriques diverses.

Le local poste de transformation de dimension 2,80m x 3,50m existant abritera le transformateur et comprendra :

- Système de fermeture et d'alerte sécurité agréé par la Sénélec ;
- Un dispositif de ventilation haute et basse
- Des caniveaux logeant les câbles électriques, couverts par des dalles en béton armé
- Une fosse de réception des fuites d'huile du transformateur de vidange
- Les cellules d'arrivée de protection du transformateur
- Le transformateur de 200 KVA
- Le disjoncteur BT, le tableau de comptage et le matériel de sécurité du poste de transformation

Les équipements électromécaniques et électriques de remplacement comprennent :

Les 2 groupes électropompes, du type à hélice dans un diffuseur à aubes directrices installées en tubes avec les caractéristiques suivantes :

- débit :0,50m³/s;
- HMT : 8,60m ;
- rendement hydraulique minimum sur la plage définie ci-dessus :80%

Les équipements connexes de la station de pompage comprendront :

- une pompe à boue pour l'épuisement et le curage de la fosse de pompage,
- deux sondes de niveau ultrasoniques pour mesurer les niveaux d'eau amont et aval de la station et fixées au génie civil de celle-ci,
- les câbles électriques de raccordement à l'armoire des auxiliaires,
- le portique de manœuvre des vannes, mobile et démontable,
- les échelles fixes d'accès aux diverses parties de la station de pompage.

Les équipements de vannage comprennent 3 vannes murales principales de 0,80mx0,80m et 2 vannes latérales de 1,00mx1,00m étanches sur les quatre cotés. Elles seront manœuvrées à partir de la plateforme de la SP par une vis tournante commandée par un volant amovible. Cette vis est placée dans une colonnette de protection et un dispositif de détection (contacteurs électriques) de la vanne en position fermée et ouverte est monté. Ce dispositif actionne les contacteurs électriques de position de protection.

L'alimentation électrique de la station de pompage nécessite la réhabilitation de la ligne existante sur 3km à partir de ligne moyenne tension Sénégal de 30kV de Orkadiéré (barre de dérivation de ligne, ligne triphasée de 3km, descente de tête de poteau à l'arrivée, ligne aéro-souterraine entre poteau et cellules d'arrivée et de protection du transformateur).

L'équipement des armoires électriques des pompes : les pompes seront commandées et contrôlées par des armoires électriques installées dans le local armoires électriques. La condition de marche simultanée des 2 pompes devra être satisfaite par l'équipement électrique de commande et de protection des pompes. Les cellules d'arrivée et des services auxiliaires ainsi que les cellules de protection et de commande de pompe seront équipés en standard (avec tous les éléments nécessaires). Toutes les liaisons électriques entre le bâtiment technique et la station de pompage seront réalisées par des câbles enterrés (caniveau en béton armé couvert de dalles) et placés dans des gaines de protection

8.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant :

Génie Civil	68 326 600 FCFA
Equipements	380 880 000 FCFA
Total	449 206 600 FCFA

8.4 ANALYSE COÛTS AVANTAGES

En face du montant des investissements précédents, qu'il faudra augmenter du coût de l'adaptation des réseaux d'irrigation, les bénéfices attendus sont essentiellement la remise en irrigation des surfaces dominés par les réseaux (200 ha) avec une sécurisation de l'approvisionnement en eau et la possibilité d'effectuer deux cycles annuels, et des niveaux d'eau en tête des parcelles qui éviteront le double pompage.

Plus précisément, la réhabilitation des équipements devrait se traduire par une économie d'eau et d'énergie, une meilleure maîtrise de l'irrigation et de l'approvisionnement régulier en eau des cultures, la diminution des coûts d'exploitation l'augmentation des rendements grâce à une irrigation plus efficace, un accroissement du bénéfice des exploitants, une diminution du risque de perte de récolte. Cependant, là encore, les avantages sont difficiles sinon impossibles à chiffrer.

8.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

La réfection de la station de Orkadiéré devrait permettre d'assurer une irrigation régulière des cuvettes dominées. Une telle perspective aura sans nul doute un impact important sur l'environnement de la zone :

- diminution des coûts de pompage ;
- nouvel essor des activités agricoles, en particulier avec la possibilité de la double culture rizicole ;
- recharge des nappes dans la zone ;
- régénération de la végétation dont l'exploitation participe aux revenus des populations.

Les populations concernées sont : village de Orkadiéré qui compte 4715 habitants et qui partage ses périmètres avec les villages voisins de Windou Bosséa (3338 habitants) et Polel (2248hts).

9. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE HAMADI OUNARÉ A

9.1 CONTEXTE

La station de pompage de Hamadi Ounaré est située dans le département de Kanel à l'Ouest du village de Balele sur le terroir de la Communauté rurale de Sinthiou Bamambé peuplée de 45090 habitants. Il est situé sur les berges du marigot du Dioulol, principal défluent du fleuve Sénégal dans la zone. L'ouvrage à réhabiliter polarise la localité de Hamady Ounaré (8367 habitants) qui partage les terres avec le village de Dindory peuplé de 3782 habitants.

La station a été construite sur la rive droite du marigot le Dioulol, à 10km du village de Hamadi Ounaré, dans le département de Kanel (région de Matam). L'accès à la station de pompage se fait par une piste en latérite reliant site à la localité de Hamadi Ounaré. Les coordonnées géographiques considérées pour le site de la SP (N 15° 21' 34,5'' et O 13° 00' 34'' sont celles relevées sur un point quelconque de la station existante.

9.2 SITUATION INITIALE ET DIAGNOSTIC

Diagnostic de l'état des stations en juillet 2006		
Station	Désordres constatés sur le G C	Désordres constatés sur le du matériel
Hamadi Ounaré	Bon	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pompes, armoires électriques, lignes MT et transformateur hors service, ➤ Problèmes d'ensablement des chenaux d'amenée et d'envasement de l'intérieur des cuvelages des stations.

Cette station de pompage de faible envergure dessert 400 ha de terres aménagées. C'est une station à lignes d'eau basses qui impose aux exploitants un double pompage qui s'avère extrêmement coûteux en exploitation. C'est ce qui explique en grande partie l'abandon des périmètres par les villageois et l'arrêt de la station depuis plus de cinq.

La construction et l'équipement de la station datent de 1990. Elle est composée des structures et équipements suivants :

- le local abritant les armoires électriques,
- le bâtiment poste de transformation avec l'arrivée de la ligne électrique 30 kv de la SENLEC,
- La ligne MT (30kv) de 3 km qui abouti au poste de transformation,
- le chenal d'amenée et l'ouvrage de prise d'eau sur le Dioulol ainsi que son raccordement à la station,
- la structure des cellules abritant les électropompes immergées,
- Le bassin de dissipation et le canal de restitution qui alimente les périmètres irrigués,
- Les équipements de pompage constitués de 6 électropompes immergées d'un débit de 500l/s chacune,
- Les lignes de conduites pour l'aspiration et le refoulement,

Pour son alimentation en énergie, la station a été connectée au réseau général de la SENELEC par une ligne de 30kv actuellement hors service et dont la remise en service nécessite une reprise complète en raison des dommages importants subis lors des fortes intempéries de l'hivernage 2005.

La structure centrale correspondant à la station de pompage qui comprend les éléments de génie civil des cellules des tubes de pompage contenant les électropompes immergées et les pertuis équipés de vannes murales étanches. Cette structure centrale, de dimensions 14mx10m comprend également un radier en béton armé de 0,80m d'épaisseur calé à 7,50m IGN et un voile de séparation entre le bief aval et le bief amont d'alimentation de la station de pompage.

La partie pompage d'une longueur de 11m comprend :

- trois cellules de pompage de 3,00mx2,50m et de 10,50m de hauteur pouvant loger 6 groupes de pompage. Des voiles de séparation des cellules de 0,20m d'épaisseur, un mur de séparation entre le bief amont et le bief aval, et le bajoyers extérieur d'épaisseur 0,40m servent d'appui au remblai d'approche de la station de pompage ;
- un plancher supérieur calé à 18,00m IGN correspondant au TN, de 0,20m d'épaisseur et 3,50m de large ancré dans les voiles de séparation des cellules le mur de séparation amont/aval et les bajoyers;
- un radier général calé à la cote 7,50m IGN
- deux chenaux d'amenée des eaux dans la bêche d'aspiration de 2,00m de large délimités par trois murs bajoyers (un mur intérieur de 0,60m et deux murs extérieurs de 0,40m d'épaisseur) ; l'ensemble formant le dalot de la prise d'eau.

Deux passes latérales également équipées de vannes et de batardeaux de garde. Le bassin de dissipation de dimensions 10mx6m assure la liaison entre la station de pompage et le chenal d'amenée revêtu d'un tapis de gabions de 0,50m d'épaisseur et se prolongeant sur la rive par un autre tapis de couronnement.

Le bâtiment technique, de dimensions 5,5mx 2,70 m de hauteur 3,5m sous plafond n'est pas clôturé. Il abrite les armoires électriques de la station

Ces bâtiments sont fondés sur le bon sol et les dalles plancher sont calées à la cote 18,50m. La maçonnerie d'élévation en agglomérés de ciment de hauteur 3,5m pour le local technique est surmontée d'une dalle toiture en béton armé.

Dans le compartiment des armoires électriques est aménagé un caniveau de 0,50m de large pour loger les câbles électriques, couvert par des dalles en béton armé et communique avec le local du transformateur. Y seront installées toutes les armoires électriques de protection et commande des pompes immergées ainsi que les équipements électriques les lampes, et les prises électriques diverses.

A. CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES DES POMPAGES D'IRRIGATION

De l'amont vers l'aval, les caractéristiques hydrauliques des pompages existants sont :

- Niveau radier entrée dalot chenal d'amenée : de 8,40 m IGN
- Pente radier chenal d'amenée sous dalot : de 8,40 m IGN au niveau de la prise à 8,20mIGN à l'entrée de la bêche d'amenée sur une longueur de 22,65m soit une pente de 0,88cm/m
- Niveau radier entrée bêche d'amenée : 8,20m
- Pente radier bêche d'amenée : 8,20 à 7,40m IGN, sur une longueur de 2,75m soit une pente de 29,1cm/m
- Niveau radier bêche d'aspiration : 7,40 m IGN
- Niveau des plus basses eaux dans bêche d'aspiration : 9,20m IGN
- Niveau dalle de fixation du tube de refoulement : 13,50m IGN

- Niveaux de la génératrice inférieure du refoulement vers bassin de dissipation: 13,60m IGN
- Niveau radier bassin de dissipation : 13,50m IGN
- Niveau plateforme supérieure de la SP (raccordement aval) :18,00 m IGN
- Dimensions des puits de pompage (encombrement) : 330x250 x 660cm
- Dimensions du tube (cellule) de refoulement : diamètre 800mm ; longueur totale développée 5,70m sous radier fixation tube de refoulement
- Dimensions des 6 pertuis centraux : 80x80cm
- Dimensions des 2 pertuis latéraux : 100x100cm
- Nombre et type de pompes : 6 électropompes immergées Guinard
- Niveau Terrain Naturel dans la Parcelle la plus proche située à 100m environ: 17,50m IGN
- Niveau d'eau maxi à garantir en aval : 17,50m IGN
- Hauteur géométrique actuelle de pompage : 13,60m IGN – 9,20m IGN = 4,40m
- Hauteur d'élévation nécessaire pour dominer les casiers de Hamadi Ounaré : 17,50m IGN- 9,20m IGN= 8,30m
- Empattement chemin du portique sur rail : 310cm
- Périmètres dominés, superficie actuelle aménagée 366 ha ;
- Durées de fonctionnement des pompes : de 15 à 20 heures selon la demande

Nombre et type de pompes (situation actuelle : 366 ha aménagés) : 6 Groupes de pompage prévus dont 2 seulement étaient installés et mise en service avec un débit unitaire de 500 l/s, soit 1800m³/h ; hauteur manométrique 6,0m

Diagnostic

Aucune dégradation majeure n'est visible sur la structure et la superstructure qui composent la station. Comme la station de Hamadi Ounaré, elle a été conçue de la façon suivante: des hauteurs géométriques de refoulement du même ordre de grandeur (6 à 12m), construction d'un cuvelage pouvant avoir une profondeur de 8 à 10m mis en liaison avec la ressource par un dalot équipé d'une prise batardée aux deux extrémités et prolongé parfois par un chenal d'amenée. Les deux stations ont été construites donc presque à l'identique la même année (1990) et par la même entreprise, à la seule différence que l'une a une capacité double de l'autre. En effet, la station de Ounaré peut être équipée de 6 électropompes immergées tandis que celle de Orkadiéré ne peut recevoir que 3 électropompes immergées, et l'essentiel des accessoires hydrauliques possède les mêmes caractéristiques techniques (cotes de calage, encombrement, etc.).

Contrairement à la station de Grande Digue Telet, **les deux stations de pompage de Hamadi Ounaré et de Orkadiéré** proposées en réhabilitation fonctionnent en lignes d'eau trop basses et imposent dans leur configuration actuelle un pompage intermédiaire pour l'irrigation des casiers aménagés. L'objectif principal des réhabilitations souhaitées par la SAED au niveau de ces stations vise leur reconversion en station à lignes d'eau hautes permettant de supprimer le double pompage qui s'avère très coûteux pour les exploitants.

Niveaux de refoulement actuels et projetés

Station de Pompage	Cote actuelle de refoulement (m IGN)	Cote de refoulement en lignes d'eau hautes après réhabilitation (m IGN)	Charge différentielle (m)
Hamadi Ounaré	13,50	17,50	4

Les nouvelles contraintes de niveau exigées nous amènent à faire les propositions de modification suivantes :

- aménagement d'une chambre de mise en charge sur l'emplacement du bassin de dissipation existant ;
- réalisation d'un seuil déversant en béton dans le prolongement de la chambre de mise en charge permettant d'évacuer le débit dans le nouveau bassin de dissipation à construire puis dans le canal de fuite;
- recalibrage et recalage du canal principal d'alimentation en eau des casiers (fond du canal calé à 17,20m IGN) pour une capacité de transit suffisante (1500 l/). Le nouveau chenal doit constituer un plan d'eau suffisamment haut qui domine les casiers aménagés (lame d'eau dans le canal de 1,00m à 1,20m);
- prolonger à la verticale les tubes de refoulement à la sortie de la bêche d'aspiration et retournée en col de signe à une cote légèrement supérieure à 18,50m IGN.

9.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

L'essentiel des besoins en réhabilitation concerne les équipements électriques et électromécaniques (électropompes, armoires électriques et accessoires et câblage électriques, lignes MT 30 Kv), pour les quels des travaux et fournitures de grande ampleur devront être réalisés. En effet, l'ampleur des désordres constatés justifie largement une rénovation et une remise à niveau totales des équipements de pompage et de fourniture d'énergie.

En outre, le système d'alimentation gravitaire des baches d'aspiration par chenal, le calage relativement bas du radier des dalots d'amenée ainsi que l'absence de dispositifs de protection contre l'érosion de stabilisation des talus du chenal ont entraîné un ensablement important et l'obstruction des tunnels d'alimentation, des baches d'amenée et chambres d'aspiration.

Une autre cause non moins importante semble également expliquer cet ensablement excessif des stations : l'absence d'entretien systématique des chenaux et une remise en état périodique des vannes et batardeaux, l'aménagement de pièges à boues et leur vidange régulier par pompage. Ceci est souvent justifié par le coût récurrent élevé de telles opérations et la modicité des ressources financières allouées aux travaux de curage et au reprofilage/stabilisation des berges des canaux adducteurs et de l'intérieur du cuvelage des stations de pompage. Les constatations majeures sur l'état des ouvrages et les interventions nécessaires sont présentées dans le tableau après.

Station	Travaux et Fournitures envisagés
Hamadi Ounaré	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peinture sur murs des locaux techniques, sur gardes corps et accessoires métalliques (échelles, caillebotis en tôle striée, portique sur rail, etc.), ➤ Curage des chenaux ensablés et de l'intérieur du cuvelage de la station envasé, ➤ Remise en état des batardeaux et vannes, ➤ Renouvellement du matériel électromécanique et électrique (pompes, armoires électriques, câbles d'alimentation des pompes, etc.), ➤ Réhabilitation de la ligne MT et remplacement du transformateur, ➤ Installation d'un dispositif de protection des installations contre la foudre et le vandalisme (parafoudre, protection des armoires et des pompes contre les variations de tension), ➤ Mise en place d'un dispositif d'amélioration du cosinus phi de la station (minimisation des charges d'exploitation).

Dimensionnement des pompes de remplacement

- Besoins mensuels de pompage (du mois de pointe) calculés sur la base des hypothèses suivantes de mise en valeur des terres aménagées ou aménageables et de consommation de pointe : 400 ha de riz en HIV et 400ha de riz en CSC)
 - ◆ Campagne d'hivernage (mois d'août) : $4500\text{m}^3/\text{ha} \times 400\text{ha} = 1,8$ millions de m³, soient 1282 l/s pour 15 heures de pompages au mois de pointe ;
 - ◆ Campagne de CSC (mois de février) : $4800\text{m}^3/\text{ha} \times 400\text{ha} = 1,92$ millions de m³, soit 1400l/s pour 15 heures de pompage au mois de pointe.
- Nombre et type de pompes de remplacement (**projet de réhabilitation**) : **3 Groupes électropompes immergées**, débit unitaire **500 l/s ou 1800m³/h** ; hauteur manométrique de pompage : **9,10m**
- **Puissance absorbée** : $(9,81/0,80) \times Q \times H = 12,26 \times 0,5 \times 9,10 = 56 \text{ KW}$
- **Puissance moteur** : $(56 \times 1,10) / 0,90 = 69 \text{ KW}$
- Puissance apparente du transformateur : $(3 \times 69) / (0,84 \times 0,98 \times 0,96) = 262 \text{ KVA}$, soit **300 KVA de puissance normalisée**

SP de Hamadi Ounaré - caractéristiques des pompes

Marque	Guinard ou Flygt	Standardisation matériel de pompage SAED
Type		
Nombre de pales/aubes		
Angle d'inclinaison des pales		
Débit (m ³ /s)	0,50	
HMT (m)	9,10	
Vitesse (tr/min)		
Rendement hydraulique	80%	
Tension nominale d'alimentation (V)	380	Conditions de transformation à partir ligne MT Sénégal (stabilité tension de services)
P _{absorbée} (KW)	56	
P _{motrice}	69	
Rendement moteur	de 85 à 90%	
Cos phi	0,84	Minimisation des charges d'exploitation
Diamètre tube d'aspiration/refoulement (mm)	800	
Compactibilité entre encombrement des pompes et les réservations existantes		

9.3.1 Description des équipements

Le local poste de transformation de dimension 2,80mx3,50m existant abritera le transformateur et comprendra :

- Système de fermeture et d'alerte sécurité agréé par la Sénégal ;
- Un dispositif de ventilation haute et basse
- Des caniveaux logeant les câbles électriques, couverts par des dalles en béton armé
- Une fosse de réception des fuites d'huile du transformateur de vidange
- Les cellules d'arrivée de protection du transformateur
- Le transformateur de 400 KVA
- Le disjoncteur BT, le tableau de comptage et le matériel de sécurité du poste de transformation

Les équipements électromécaniques et électriques de remplacement comprennent :

Les 3 groupes électropompes, du type à hélice dans un diffuseur à aubes directrices installées en tubes avec les caractéristiques suivantes :

- débit : 0,50 m³/s;
- HMT : 9,10 m ;
- rendement hydraulique minimum sur la plage définie ci-dessus :80%

Les équipements connexes de la station de pompage comprendront :

- une pompe à boue pour l'épuisement et le curage de la fosse de pompage,
- deux sondes de niveau ultrasoniques pour mesurer les niveaux d'eau amont et aval de la station et fixées au génie civil de celle-ci,
- les câbles électriques de raccordement à l'armoire des auxiliaires,
- le portique de manœuvre des vannes, mobile et démontable,
- les échelles fixes d'accès aux diverses parties e la station de pompage.

Les équipements de vannage comprennent 6 vannes murales de 0,80mx 0,80m et 2 vannes latérales de 1,00mx 1,00m étanches sur les quatre cotés. Elles seront manœuvrées à partir de la plateforme de la SP par une vis tournante commandée par un volant amovible. Cette vis est placée dans une colonnette de protection et un dispositif de détection de la vanne en position fermée et ouverte est monté. Ce dispositif actionne les contacteurs électriques de position de protection.

L'alimentation électrique de la station de pompage nécessite la réhabilitation de la ligne existante sur 3km à partir de ligne moyenne tension Sénégal de 30kV de Hamadi Ounaré (barre de dérivation de ligne, ligne triphasée de 3km, descente de tête de poteau à l'arrivée, ligne aéro-souterraine entre poteau et cellules d'arrivée et de protection du transformateur).

L'équipement des armoires électriques des pompes : les pompes seront commandées et contrôlées par des armoires électriques installées dans le local armoires électriques. La condition de marche simultanée des 3 pompes devra être satisfaite par l'équipement électrique de commande et de protection des pompes. Les cellules d'arrivée et des services auxiliaires ainsi que les cellules de protection et de commande de pompe seront équipés en standard (avec tous les éléments nécessaires). Toutes les liaisons électriques entre le bâtiment technique et la station de pompage seront réalisées par des câbles enterrés (caniveau en béton armé couvert de dalles) et placés dans des gaines de protection

9.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant :

Génie Civil	74 731 100 FCFA
Équipements	441 475 000 FCFA
Total	516 206 100 FCFA

9.4 ANALYSE COÛTS AVANTAGES

En face du montant des investissements précédents, qu'il faudra augmenter du coût de l'adaptation des réseaux d'irrigation, les bénéfices attendus sont essentiellement la remise en irrigation des surfaces dominés par les réseaux (400 ha) avec une sécurisation de l'approvisionnement en eau et la possibilité d'effectuer deux cycles annuels. Des niveaux d'eau évitant le double pompage....

Plus précisément, la réhabilitation des équipements devrait se traduire par une économie d'eau et d'énergie, une meilleure maîtrise de l'irrigation et de l'approvisionnement régulier en eau des cultures, la diminution des coûts d'exploitation l'augmentation des rendements grâce à une irrigation plus efficace, un accroissement du bénéfice des exploitants, une diminution du risque de perte de récolte. Cependant, là encore, les avantages sont difficiles sinon impossibles à chiffrer.

9.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

La réfection de la station de Ounaré devrait permettre d'assurer une irrigation régulière des cuvettes dominées. Une telle perspective aura sans nul doute un impact important sur l'environnement de la zone :

- diminution des coûts de pompage ;
- nouvel essor des activités agricoles, en particulier avec la possibilité de la double culture rizicole ;
- recharge des nappes dans la zone ;
- régénération de la végétation dont l'exploitation participe aux revenus des populations.

Les populations concernées sont : localité de Amady Ounaré (8367 habitants) qui partage les terres avec le village de Dindory peuplé de 3782 habitants.

10. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE GRANDE DIGUE TELLEL

10.1 CONTEXTE

Elle est située dans l'arrondissement de Ross Béthio qui compte 122 villages dont les 102 sont situés dans la communauté rurale de Ross Béthio et le reste dans la communauté rurale de Ronkh. Les périmètres dominés par l'ouvrage sont essentiellement exploités par le village de Ross Béthio qui compte une population de 3383 habitants. Cette zone compte parmi celle où la superficie par exploitant est la plus élevée entre 0,75 et 1,00 ha mais également un taux d'abandon élevé.

Les résultats issus de la campagne de suivi par télédétection des cultures de décrue menée par la SAED dans la vallée du fleuve Sénégal pendant la saison froide 2000/2000, relève que les superficies cultivées en décrue dans les CR concernées par le Projet s'établissent ainsi qu'il suit :

Superficies cultivées en décrue -campagne de suivi 2000-2001

Communauté rurale	Sites du Projet	Superficies cultivées en décrue (ha)
Bokidiawé	Cuvette de Yédia(ou Dondou)	404
Nabadji Civol	Cuvette de Nabadji	710
Orkadiéré	Ouvrage de Balele	375

La station a été construite en rive gauche du marigot du Lampsar et relié à ce dernier par un chenal d'alimentation creusé sur quatre kilomètres. Elle est située, à une dizaine de kilomètres de la localité de Ross Béthio, dans le département de Dagana (région de Saint Louis). On y accède, à partir de Ross Béthio distant de 6km environ, par une digue route en latérite carrossable en toute saison. Les coordonnées géographiques considérées pour le site de la SP (N 16° 20' 07,7'' et O 16° 06' 46'') sont celles relevées sur un point quelconque de la station existante.

10.2 SITUATION INITIALE ET DIAGNOSTIC

Située à quelques 6km de l'agglomération rurale de Ross Béthio, La station pompe dans un chenal d'amenée de 4 kilomètres de long directement alimenté par l'axe hydraulique du Lampsar médian. Elle domine le périmètre irrigué de Grande Digue Telel d'une superficie aménagée de près de 2200 ha dont seulement 1500 ha sont régulièrement exploités. Ce faible taux de mise valeur des terres aménagées est dû à la vétusté du réseau d'aménagement, mais aussi à celle des équipements électriques et électromécaniques de la station de pompage.

Les dernières opérations de réhabilitation du périmètre remontent à 1984; quant aux équipements de pompage, ils ont fait l'objet en avril-mai 2006 d'une remise en état sommaire en vue de préparer la campagne d'hivernage. La station de pompage incorporée dans le corps de la digue route de protection du périmètre, a connu plusieurs modifications/adaptions depuis sa création en 1976, évoluant du système thermique au système électrique. Elle comprend aujourd'hui les équipements suivants :

- Le bâtiment hangar qui abrite les équipements de pompage, les armoires électriques et le portique de relevage sur rails,
- Le bâtiment poste de transformation avec l'arrivée de la ligne électrique 30 kv de la SENLEC
- L'ouvrage de franchissement pour la digue route,
- L'ouvrage de prise d'eau sur le chenal d'amenée et son raccordement à la station,
- Le portique de relevage des batardeaux,
- Le bassin de dissipation et le canal de fuite alimentant les périmètres irrigués,
- La ligne MT (30kv) de 6km qui abouti au poste de transformation,
- Les équipements de pompage constitués de 4 électropompes Guinard à axe vertical d'un débit de 1400l/s chacune,
- Les lignes de conduites pour l'aspiration et le refoulement,
- Une vanne AMIL (dispositif de contrôle par l'amont).

Le périmètre irrigué dominé par la station dispose d'un important réseau de 29 km de canaux d'irrigation, autant de km de réseau de drainage et une centaine d'ouvrages vannés et modules à masque. Des possibilités d'extension de la superficie du périmètre de 2 200 à 3 000 ha aménagés existent.

Jusqu'en 1984, l'alimentation en énergie de la **station de Grande Digue Telele** était assurée par deux groupes électrogènes. A partir de cette date, la station a été connectée au réseau général de la Sénélec par une ligne MT de 30 Kv sur une longueur développée de 6 km à partir de Ross-Béthio. La ligne électrique est toujours sous tension et en bon état.

La structure centrale de la station de pompage comprend d'amont en aval, le génie civil de la prise d'eau doublement batardée et ses 4 chenaux d'amenée des eaux dans les bâches de pompage délimitées par les bajoyers, l'ossature de génie civil des bâches de pompage contenant les électropompes immergées. Cette structure centrale, de dimensions 19,50mx11,50m comprend également un radier en béton armé de 0,35m d'épaisseur calé à -2,25m IGN surmonté d'une dalle plancher. L'ensemble des bâches de pompage et le portique de manœuvre des pompes sont sous abri dans un local avec une toiture à charpente métallique.

La partie pompage d'une longueur de 11m comprend :

- quatre chenaux d'amenée des eaux dans la chambre d'amenée puis dans la bêche d'aspiration de 2,50m de large délimités par trois murs bajoyers de 0,30m d'épaisseur) ; l'ensemble formant le dalot de la prise d'eau.
- quatre cellules de pompage de 6,00mx2,50m et de 4,70m de hauteur logeant 4 groupes de pompage et des voiles de séparation des cellules de 0,30m d'épaisseur;
- un plancher supérieur de 0,30m d'épaisseur, de dimension 10,90mx14m et calé à 2,70m IGN. Le plancher est ancré dans les voiles de séparation des cellules ;
- un radier général calé à la cote -2,25m IGN dans la bêche de pompage et à -1m IGN dans la chambre d'amenée.

Une passe latérale également équipée d'une vanne de 1,00mx1,00m et d'une passerelle de service pour les manoeuvres et d'un déversoir de sécurité en béton armé.

Le bassin de dissipation composé de deux sous bassins séparés par une vanne AMIL. un premier sous-bassin de dimensions 8mx17m calé à la cote 0,45m IGN et un second divergent de 7,5m de long à la cote 0,45m IGN assure la liaison entre la vanne AMIL en amont et le chenal d'irrigation revêtu d'un tapis de gabions de 0,50m d'épaisseur et se prolongeant sur la rive par un autre tapis de couronnement.

Le bâtiment technique, de dimensions 5,5mx2,70 m de hauteur 3,5m sous plafond n'est pas clôturé. Il abrite les armoires électriques de la station. Ce bâtiment est fondé dans le bon sol et les dalles plancher sont calées à la cote 2,70m IGN. La maçonnerie d'élevation en agglomérés de ciment de hauteur 3,5m pour le local technique est surmontée d'une dalle toiture en béton armé.

Dans le compartiment des armoires électriques est aménagé un caniveau de 0,50m de large pour loger les câbles électriques, couvert par des dallettes en béton armé et communicative avec le local du transformateur. Y seront installées toutes les armoires électriques de protection et commande des pompes immergées ainsi que les équipements électriques.

CARACTÉRISTIQUES HYDRAULIQUES DES POMPAGES D'IRRIGATION

De l'amont vers l'aval, les caractéristiques hydrauliques des pompages existants sont :

- Niveau radier chenal d'amenée : - 1,00 m IGN
- Niveau radier entrée bêche d'amenée : - 1,00m IGN
- Pente radier bêche d'amenée: - 1,00m à - 2,25m IGN, sur une longueur de 2,50m, soit une pente de 50cm/m
- Niveau radier bêche d'aspiration : - 2,25m IGN
- **Cote minimale du plan d'eau dans la bêche d'aspiration : - 1,05m IGN**
- Niveau dalle de fixation corps de pompe : 2,70m IGN
- **Niveaux de la génératrice inférieure du refoulement vers bassin de dissipation: 1,00m IGN**
- **Niveau d'eau aval réglé par l'amont (Vanne AMIL) :2,20m IGN**
- Diamètre du refoulement : 800mm
- Dimensions réservations groupes électropompes : Extérieur 100x150cm et Intérieur 75x125cm
- Hauteur sous plafond chambre d'aspiration : 4,65m
- Niveau de refoulement dans bassin de dissipation : 0,45m IGN
- Cote radier section de contrôle (tronçon de canal) des niveaux d'eau par vanne Amil : 0,01m IGN
- Niveau radier canal tête morte : 0,45m IGN
- Niveau plateforme supérieure de la SP : 2,70m IGN
- PHE amont 1,30m IGN
- PBE en amont: 1,20m IGN
- Niveau de l'eau en aval de la vanne AMIL : 2,20mIGN
- Hauteur d'élévation de l'eau : 2,20m IGN-1,20m IGN = 1,00m
- Empattement portique sur rail : 565cm et hauteur dessus plancher station : 3,70m
- Périmètres dominés, superficie actuelle aménagée 2200 ha ; possibilité d'extension à 3000 ha
- Durées de fonctionnement des pompes : de 15 à 20 heures/24 heures selon la demande
- Nombre et type de pompes (**situation actuelle**) : 4 Groupes électropompes à axe vertical, débit unitaire 1400l/s ou 5040m³/h

DIAGNOSTIC GÉNIE CIVIL

Etat de la station en juillet 2006

Diagnostic de l'état des stations en juillet 2006		
Station	Désordres constatés sur le G C	Désordres constatés sur le du matériel
Grande Digue Telele	<p>État dégradé des parties d'ouvrages en surface :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ murs bajoyers, ➤ dallage en béton, ➤ étanchéité toiture des locaux techniques, ➤ érosion des berges aval et affouillement sous dalle de protection des berges canal de fuite. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 4 Groupes Electro-pompes à axe vertical remise en état de fonctionnement en mai 2006, ➤ Batardeaux, vannes et gardes corps endommagés, ➤ Caillebotis en tôles striées inexistantes, ➤ Absence de dispositif de sécurisation de la station (parafoudre, accessoires électriques de protection des groupes électropompes et armoires électriques, etc.)

La station de pompage de Grande Digue Telel : des trois stations de pompage dont la réhabilitation est envisagée, celle de Grande Digue Telele est la plus ancienne (25 à 30). C'est aussi la station qui présente le plus de désordres au niveau de sa structure en béton, de son système de vannage et de batardeaux ainsi que sur sa superstructure qui abrite les équipements électromécaniques hydrauliques et électriques. Le départ du canal principal d'irrigation situé en aval du bassin de dissipation est équipé d'une vanne AMIL bloquée en position haute (position ouvert) depuis plusieurs années par les exploitants qui, selon les techniciens encadreurs de la SAED, pensent que si la vanne reste baissée, cela a pour effet de réduire les débits s'écoulant vers les casiers.

DIAGNOSTIC ÉQUIPEMENT

La station de Grande Digue Telel fonctionnant en lignes d'eau hautes, elle domine nettement les casiers. Sa réhabilitation ne nécessite donc aucune modification de son refoulement et des ouvrages situés en aval (bassin de dissipation de la vanne AVIO et canal de fuite).

10.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

L'essentiel des besoins en réhabilitation de structures et superstructures en béton armé et de parties d'ouvrage en maçonnerie ont été identifiés au niveau de la station de pompage de Grande Digue Tellel.

Quant aux équipements électriques et électromécaniques (électropompes, armoires électriques et accessoires et câblage électriques, lignes MT 30 Kv), des travaux et fournitures de grande ampleur devront être également être réalisés. En effet, l'ampleur des désordres constatés sur la station de Grande Digue Tellel vieille de près de trente ans justifient largement une rénovation et une remise à niveau totales des équipements de pompage et de fourniture d'énergie.

En outre, le système d'alimentation gravitaire des bâches d'aspiration par chenal, le calage relativement bas du radier des dalots d'amenée ainsi que l'absence de dispositifs de protection contre l'érosion de stabilisation des talus du chenal ont entraîné un ensablement important et l'obstruction des tunnels d'alimentation, des bâches d'amenée et chambres d'aspiration de toutes les stations. Une autre cause non moins importante semble également expliquer cet ensablement excessif des stations : l'absence d'entretien systématique des chenaux et une remise en état périodique des vannes et batardeaux, l'aménagement de pièges à boues et leur vidange régulier par pompage. Ceci est souvent justifié par le coût récurrent élevé de telles opérations et la modicité des ressources financières allouées aux travaux de curage et au reprofilage/stabilisation des berges des canaux adducteurs et de l'intérieur du cuvelage des stations de pompage. Les constatations majeures sur l'état des ouvrages et les interventions nécessaires sont présentées dans le tableau ci-après.

Proposition de travaux de réhabilitation du génie civil

Station	Travaux et Fournitures envisagés
Grande Digue Tellel	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remise en état des parties d'ouvrages de GC de la station (reprise du béton et de la peinture) : <ul style="list-style-type: none"> ◆ murs bajoyers, ◆ dallage en béton, ◆ étanchéité toiture des locaux techniques, ◆ reprise des portes et baies d'aération des locaux techniques et du poste de transformation ◆ Remise en service de la passe gravitaire (structure en béton armé, passerelle de service et remplacement de la vanne) ➤ Curage des chenaux et dévasement de l'intérieur du cuvelage de la station : <ul style="list-style-type: none"> ◆ chambre d'amenée, ◆ bêche d'aspiration, etc. ➤ Reprofilage des berges des chenaux et mise en place d'une protection en enrochement adéquat des talus et du fond du canal de fuite, ➤ Fourniture et installation d'une vanne Amil en remplacement de l'actuel hors d'usage.

DIMENSIONNEMENT DES POMPES DE REMPLACEMENT

- Besoins mensuels de pompage (du mois de pointe) calculés sur la base des hypothèses suivantes de mise en valeur des terres aménagées ou aménageables et de consommation de pointe : 3 000ha de riz en HIV et 1500ha de riz en CSC)
 - ◆ Campagne d'hivernage (mois d'août) : $4500\text{m}^3/\text{ha} \times 3000\text{ha} = 13,5$ millions de mètres cubes, **soient 7212 l/s** pour 20 heures de pompage au mois de pointe ;
 - ◆ Campagne de CSC (mois de février) : $4800\text{m}^3/\text{ha} \times 1500\text{ha} = 7,2$ millions de mètres cubes, **soient 3846 l/s** pour 20 heures de pompage au mois de pointe.
- Nombre et type de pompes de remplacement (**projet de réhabilitation**) : **4 Groupes électropompes immergées**, débit unitaire **1800l/s** ou **6480m³/h** ; hauteur manométrique de pompage : **2,30m**
- **Puissance absorbée** : $(9,81/0,80) \times Q \times H = 12,26 \times 1,8 \times 2,30 = 51 \text{ KW}$
- **Puissance moteur** : $(51 \times 1,10) / 0,90 = 63 \text{ KW}$
- Puissance apparente du transformateur : $(4 \times 63) / (0,84 \times 0,98 \times 0,96) = 319 \text{ KVA}$, soit **400KVA de puissance normalisée**

SP de Grande Digue Telel - caractéristiques des pompes

Marque	Guinard ou Flygt	Standardisation matériel de pompage SAED
Type	à hélice	
Nombre de pales/aubes		
Angle d'inclinaison des pales		
Débit (m ³ /s)	1,80	
HMT (m)	2,3	
Vitesse (tr/min)		
Rendement hydraulique	80%	
Tension nominale d'alimentation (V)	380	Conditions de transformation à partir ligne MT Sénégal (stabilité tension de services)
P _{absorbée} (KW)	51	
P _{motrice}	63	
Rendement moteur	de 85 à 90%	
Cos phi	0,84	Minimisation des charges d'exploitation
Diamètre tube d'aspiration/refoulement (mm)	800	
Compactibilité entre encombrement des pompes et les réservations existantes		

10.3.1 Description des équipements

Le local poste de transformation de dimension 2,80mx3,50m existant abritera le transformateur et comprendra :

- Système de fermeture et d'alerte sécurité agréé par la Sénélec ;
- Un dispositif de ventilation haute et basse
- Des caniveaux logeant les câbles électriques, couverts par des dalles en béton armé
- Une fosse de réception des fuites d'huile du transformateur de vidange
- Les cellules d'arrivée de protection du transformateur
- Le transformateur de 400 KVA
- Le disjoncteur BT, le tableau de comptage et le matériel de sécurité du poste de transformation

Les équipements électromécaniques et électriques de remplacement comprennent :

Les 4 groupes électropompes, du type à hélice dans un diffuseur à aubes directrices installées en tubes avec les caractéristiques suivantes :

- Débit : 1,80m³/s;
- HMT : 2,30m ;
- rendement hydraulique minimum sur la plage définie ci-dessus : 80%

Les équipements connexes de la station de pompage comprendront :

- une pompe à boue pour l'épuisement et le curage de la fosse de pompage,
- deux sondes de niveau ultrasoniques pour mesurer les niveaux d'eau amont et aval de la station et fixées au génie civil de celle-ci,
- les câbles électriques de raccordement à l'armoire des auxiliaires,
- le portique de manœuvre des vannes, mobile et démontable,
- les échelles fixes d'accès aux diverses parties de la station de pompage.

Les équipements de vannage comprennent 1 vanne AMIL pour la régulation des niveaux d'eau dans le chenal et 1 vanne de 1,00mx 1,00m pour la passe étanches sur les quatre cotés. Elles seront manœuvrées à partir de passerelles de service à réhabiliter.

L'alimentation électrique de la station de pompage nécessite la réhabilitation de la ligne existante sur 3km à partir de ligne moyenne tension Sénélec de 30kV de Ross Béthio (barre de dérivation de ligne, ligne triphasée de 3km (descente de tête de poteau à l'arrivée, ligne aéro-souterraine entre poteau et cellules d'arrivée et de protection du transformateur).

L'équipement des armoires électriques des pompes : les pompes seront commandées et contrôlées par des armoires électriques installées dans le local armoires électriques. La condition de marche simultanée des 3 pompes devra être satisfaite par l'équipement électrique de commande et de protection des pompes. Les cellules d'arrivée et des services auxiliaires ainsi que les cellules de protection et de commande de pompe seront équipés en standard (avec tous les éléments nécessaires). Toutes les liaisons électriques entre le bâtiment technique et la station de pompage seront réalisées par des câbles enterrés (caniveau en béton armé couvert de dalles) et placés dans des gaines de protection

10.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant :

Génie Civil	89 467 500 FCFA
Equipements	419 410 000 FCFA
Total	508 877 500 FCFA

10.4 ANALYSE COÛTS AVANTAGES

En face du montant des investissements précédents, qu'il faudra augmenter du coût de l'adaptation des réseaux d'irrigation, les bénéfices attendus sont essentiellement la remise en irrigation des surfaces dominés par les réseaux plus des extensions pour arriver à un total de 3000 ha avec une sécurisation de l'approvisionnement en eau et la possibilité d'effectuer deux cycles annuels sur 50% de la surface.

Plus précisément, la réhabilitation des équipements devrait se traduire par une économie d'eau et d'énergie, une meilleure maîtrise de l'irrigation et de l'approvisionnement régulier en eau des cultures, la diminution des coûts d'exploitation l'augmentation des rendements grâce à une irrigation plus efficace, un accroissement du bénéfice des exploitants, une diminution du risque de perte de récolte. Cependant, là encore, les avantages sont difficiles sinon impossibles à chiffrer.

10.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

La station domine des périmètres dotés d'aménagements hydro agricoles tertiaires qui couvrent environ 2500 ha et seront portés à 3000 ha.

Il va sans dire que la reprise de la station de Tellel va contribuer sensiblement à l'alimentation de la nappe avec l'augmentation des surfaces irriguées et probablement au dessalement de la zone dominée par la station.

Du point de vue économique, la réhabilitation va réduire les charges d'exploitation (pompage, entretien), faciliter les opérations agricoles et devrait contribuer à augmenter les revenus des populations.

Cependant, la réhabilitation de la station devra être accompagnée d'une réfection du système de drainage en vue d'éviter les phénomènes de salinisation/alcalinisation des terres.

11. OUVRAGE : CUVETTE DE NABADJI

11.1 CONTEXTE

La cuvette de Nabadji est localisée dans le département de Matam et est sur le terroir de la Communauté rurale de Nabadji Civol peuplée de 43 578 âmes. Elle est située au nord du village de Nabadji Civol, adossée sur le fleuve Sénégal et est traversée par un affluent (le Kaoudji) du marigot le Diamel principal défluent du fleuve dans la zone.

Au plan socio-économique et environnemental, on retiendra que la plupart des villages de la zone devraient profiter directement ou indirectement de l'amélioration des conditions de remplissage/vidange de la cuvette. Selon le Président de la Communauté rurale, le site polarise plus d'une dizaine de localités de la CR, et la cuvette est exploitée actuellement les villages suivants :

Population des villages polarisés par le site de Nabadji (Kaoudji)

Villages polarisés	Population (hbts en 2005)	Observations
Nabadji Civol	3740	Chef lieu de la CR
Ndouloumadji Dembé	5133	
Thioubelel Nabadji	494	
Ndoumoumadji Founébé	2356	
Pambi	311	
Houtordé	514	
Ciriworo	595	
Sinthiou Mbalo	1194	
Sinthiou Mogo	1570	
Boki Saboudou	1226	
Boynadji	3 787	
	17133	

C'est dire que le contrôle la crue et de la décrue dans la cuvette de Nabadji impactera sur l'essentiel de la population de la Communauté rurale.

La cuvette de Nabadji, située en rive droite du marigot du Diamel, à 18 km en aval du débouché du marigot dans le fleuve Sénégal et à 5 km du village de Nabadji Civol. Le site du futur ouvrage de contrôle du Kaoudji (chenal d'alimentation/vidange de la cuvette) se trouve à quelques dizaines de mètres du débouché du chenal dans le marigot du Diamel. L'axe du futur ouvrage orienté N-O/S-E est implanté en travers du chenal d'alimentation/vidange de la cuvette de Nabadji, légèrement à l'extérieur de l'endiguement général de la cuvette réalisé dans les années 90 par la SAED sur financement de la coopération italienne. Les coordonnées géographiques de l'ouvrage relevées sur cet axe (N 15° 44' 57,2'' et O 13° 21' 55,3'') correspondent à celles du point bas du profil en travers du chenal au droit de l'ouvrage. On accède facilement au site à partir de la localité de Nabadji par une piste en sable longue de 5km environ et relativement bien consolidée en morte saison, mais qui pourrait s'avérer impraticable pendant la saison des pluies en période de crue.

La cuvette de Nabadji est endiguée sur une superficie d'une dizaine de km² qui étaient régulièrement inondées en période de forte crue avant l'érection des digues de protection de la ville de Matam (référence crue de 97). Située à 18km en aval du débouché du Diamel, la cuvette est alimentée par une entrée unique branchée sur le Diamel en rive gauche, et isolée par des digues dont la crête est arasée à la cote 19.15m IGN. La cuvette reçoit également les eaux de ruissellement en provenance de la partie haute de son bassin versant qui s'étend au-delà de la route nationale N°2. On note également l'existence d'une mare résiduelle et d'une végétation aquatique abondante.

11.2 CONCEPTION DE L'OUVRAGE

11.2.1 Fonctionnement hydraulique

Comme indiqué dans le rapport d'identification des projets prioritaires en phase 1, la cuvette de Nabadji est alimentée par un chenal à entrée/sortie unique branché sur le Diamel. Elle est isolée par un endiguement général dont la crête est arasée à la cote de 19,15m IGN.

Le remplissage de la cuvette qui s'effectue naturellement à partir de la cote 11m IGN a été observé par l'IRD de 1997 à 1999 avec des maxima de crue mesurés dans la plaine de Nabadji de 12,70m IGN en 1997, 13,70m IGN en 1998 et 14,20m IGN en 1999. Ces niveaux maxima sont observés entre la mi-septembre et le début du mois d'octobre. L'amorce de la décrue qui correspond au début de la vidange de la cuvette est perceptible vers le 10 octobre.

11.2.2 Les objectifs de l'ouvrage

L'objectif du programme de sécurisation de l'alimentation en eau de la cuvette et de pérennisation des cultures traditionnelles de décrue qui y sont pratiquées est de maintenir un plan d'eau à un niveau maximum (entre 13,00 et 14,00m IGN selon l'importance de la crue) pendant 25 à 30 jours à partir de la période de décrue qui se situe vers la fin du mois de septembre.

11.2.3 Les contraintes de conception de l'ouvrage

Elles sont de deux ordres : les contraintes liées aux niveaux critiques (maxima atteint au moment de la crue, débordement du chenal et de la cuvette, inondation des agglomérations voisines de la cuvette) et les contraintes techniques.

Contraintes de niveaux : la cote d'alerte considérée à Matam située légèrement en amont de la cuvette de Nabadji est de 15m IGN et le maximum atteint au niveau de la cuvette est 14,20m IGN. La cote fonctionnement de l'ouvrage, est prise égale à 12,70m IGN et correspond à celle atteinte par la crue de 1997 dans la cuvette (cf : courbes de simulation hydraulique). En outre pour les besoins de l'étude, nous adopterons un niveau de pertes d'eau par infiltration et par évaporation dans la cuvette de 40mm/jour, chiffre retenu dans l'étude similaire de conception de l'ouvrage vanné du Navel (BCEOM/HYDROCONSULT International de Janvier 2001). Avec un tel niveau de pertes, au bout de 25 à 30 jours de submersion maximale et sans pompage de compensation, l'abaissement du plan d'eau atteindrait 1,00m à 1,20m, soit pour un niveau initial de 14,00m IGN, un niveau final dans la cuvette de 13m IGN à 12,80m IGN.

Les superficies submergées correspondent aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous :

Temps de submersion	Niveau atteint en fin de période de submersion	Superficie submergée
20 jours	13,20m IGN	360 ha
25 jours	13,00m IGN	320 ha
30 jours	12,80m IGN	260 ha

Pour libérer le maximum de surface cultivable en décrue et permettre le démarrage des semis, il faut procéder à la vidange complète de la cuvette dès fin octobre, ce qui correspondrait à ramener le niveau de la retenue résiduelle (de 13,20 ; 13,00 ou 12,80m IGN) à 11,00m IGN.

Contraintes techniques : comme il est difficilement envisageable de disposer d'une alimentation électrique suffisamment puissante, nous avons opté pour des manœuvres manuelles des vannes et économiser ainsi le coût d'une ligne électrique. Par ailleurs, les endiguements existants et les caractéristiques du lit au droit du site d'implantation de l'ouvrage de contrôle du remplissage/ vidange et de régulation des niveaux d'eau suggèrent une longueur de la structure vannée de l'ouvrage d'environ 6,50m en crête (y compris les murs bajoyers) et un niveau de la plateforme arasé à la cote 19,15m IGN (cote de calage de l'endiguement général de la cuvette de Nabadji) pour éviter toute possibilité de contournement de l'ouvrage. Les digues d'approche de l'ouvrage seront raccordées à cet endiguement général de la cuvette. Sous cette hypothèse, la longueur totale développée par l'ouvrage de Nabadji sera de 150m dont 140m de digue en terre.

11.2.4 Dimensionnement de l'ouvrage

SIMULATIONS HYDRAULIQUES DES ÉCOULEMENTS EN CRUE

Pour le dimensionnement de l'ouvrage de contrôle, les résultats des simulations hydrauliques effectuées fournissent les données de base nécessaires qui se présentent comme suit :

Niveau des Plus Hautes Eaux	14,20m IGN	Niveau centennal
Débit maximum à transiter	9m ³ /s	
Section d'écoulement	4 à 5m ²	
Vitesses maximales générées	2,25m/s	

CARACTÉRISTIQUES DE LA STRUCTURE VANNÉE ET DU BASSIN DE DISSIPATION

Sous le bénéfice de la contrainte technique évoquée au paragraphe 11.2.3 et relative aux manœuvres manuelles des vannes, les dimensions des vannes ne devraient donc pas excéder 2x2m et nous retenons des vannes de 1,50x1,50m ; il suffira donc de mettre en place deux (2) vannes pour évacuer normalement le débit de 9m³/s et minimiser les pertes de charges induites par l'écoulement.

La structure vannée qui comprend deux compartiments de 2m de large chacun occupe la partie centrale de l'ouvrage sur une longueur totale 6m séparés par des bajoyers en partie basse de hauteur 2,50m et 0,40m d'épaisseur. L'arrête inférieure des pertuis est calée à 12m IGN, alors que la plateforme supérieure de l'ouvrage est à la cote 19,15m IGN.

Vérification du niveau de perte de charge : les pertes de charge induites par une taille des vannes de 1,5x1,5m sont déterminées à partir de la formule des orifices en écoulement noyé à savoir : $Q = k S (2g \Delta h)^{1/2}$

Avec :

Q : débit en m³/s

k : coefficient de débit compris entre 0,6 et 0,7 soit 0,65 dans le présent cas

S : section des vannes

g : accélération de la pesanteur soit 9,81

Δh : pertes de charge au passage de l'orifice en mètres.

Pour un débit de 4,50 m³/s par vanne et pour une section d'écoulement effective de 1,50x1,50m, les pertes de charges calculées comme ci-dessus sont de l'ordre de 0,50m que l'on peut considérer comme admissibles par rapport à la rapidité du remplissage assuré par des vannes de cette taille. Les vitesses d'écoulement à la sortie des pertuis qui découlent des simulations hydrauliques étant de l'ordre de 2,25m/s sur le radier du bassin de dissipation, elles devraient s'atténuer rapidement dans un bassin de dissipation bien dimensionné. Un chenal de fuite en continuité avec le bassin de dissipation, gabionné sur une bonne partie de son lit et des berges au-delà du bassin de dissipation devrait également convenir.

Dimensionnement du bassin de dissipation : Le nombre de Froude en amont du bassin est déterminé à partir de la formule : $Fr_1 = V_1^2 / (gh_1)$

Avec :

- Fr₁ : Nombre de Froude (sans unité)
- V₁ : Vitesse d'entrée dans le bassin (en m/s)
- h₁ : Profondeur conjuguée (en m)
- g : accélération de la pesanteur (en m/s²)

Pour une vitesse de 2,00 m/s et une hauteur de lame d'eau à la sortie des pertuis de 1,5 m, **le Nombre de Froude est 0,26**. Pour des valeurs du nombre de Froude inférieures ou égales à 1 (cas présent) le régime de l'écoulement est lent, et il n'y a pas de ressaut. Nous retenons sans contrainte d'écoulement hydraulique particulière, **une longueur de bassin de dissipation de 6 m équivalente** à la longueur développée par la structure centrale (ouvrage vanné).

Le fond du bassin (ou fosse de dissipation) décaissée de 0,50m par rapport à la base des pertuis est situé au niveau 9,50m IGN. Il forme un entonnement se terminant par une largeur de 4m correspondant à la largeur du plafond du chenal.

SYSTÈME DE PROTECTION DES CORPS D'OUVRAGES

L'ouvrage construit jouera la plupart du temps le rôle de retenue d'eau (de juillet à fin octobre) après la vidange de la cuvette pour les besoins des cultures traditionnelles de décrue à promouvoir dans la plaine.

Protection amont : il sera mis en place sur les berges et en fond de canal trois types de matériaux : un enrochement, un gravier et du sable grossier. Pour les épaisseurs du gravier et du sable nous retenons 20 cm chacun comme dans la plupart de ce type d'ouvrage. Toutefois nous recommandons qu'en APD que ces épaisseurs soient déterminées avec plus de précision grâce à des essais sédimentométriques plus approfondis.

Quant à l'épaisseur de l'enrochement, elle est déterminée par la relation suivante : $E = CV^2$

Avec :

- E : épaisseur de l'enrochement (en cm)
- C : coefficient dont la valeur est fonction de la pente du talus et du poids spécifique des matériaux ; nous l'avons pris égal à 0,031 (blocs de latérite sains)
- V : vitesse de propagation des vagues (en m/s) qui varie dans la zone de 2,5m/s à 6m/s et générant des vagues de 0,5 à 0,8m)

Moyennant ces valeurs, l'épaisseur de l'enrochement est estimée à environ 20 à 30 cm.

Protection aval : on veillera à mettre en place un drain tapis filtrant au pied du talus aval de l'ouvrage qui sera constitué de sable fin, sable grossier et gravier d'épaisseur totale 1,00m ; son rôle sera de dissiper les écoulements à travers l'ouvrage afin d'éviter l'érosion régressive pouvant se produire sur le talus aval. Pour la protection des berges et du fond du chenal de vidange vers le Diamel, nous estimons qu'une épaisseur de 25cm d'enrochement de taille équivalente à celui de l'amont suffiront pour assurer la bonne tenue du talus aval, en plus du gabionnage du lit du chenal.

Protection contre l'affouillement : Celle-ci est essentiellement basée sur le maintien du débit de percolation sous la partie de l'ouvrage en béton et à travers le corps de digue en remblai de terre et à sa base (digues d'approche raccordées à l'endiguement général de la cuvette) dans des limites admissibles et d'éviter ainsi la ruine prématurée de l'ouvrage. En nous référant aux hypothèses émises sur les caractéristiques géotechniques des sols de fondation (paragraphe 2.4 du rapport) et des observations visuelles sur le terrain, le site présente des sols de type sable moyen d'une perméabilité pouvant être assez forte pour qu'il y ait des risques d'infiltration sous l'ouvrage.

L'ouvrage en béton sera fondé sur un radier général protégé par des parafoilles amont et aval en rideaux de palplanches. Il sera prolongé par un matelas de gabions en amont et en aval, sur les talus et sur le lit de la rivière. Le calcul de la longueur des parafoilles de protection contre les phénomènes d'affouillement sous la fondation sera conduite suivant la règle de LANE, à savoir : $L_v + 0,33 L_h > CH$, avec :

L_v = cheminement vertical de l'eau sous la fondation (digue ou structure béton)

L_h = cheminement horizontal de l'eau sous la fondation (digue ou structure béton)

H = hauteur d'eau maximum de la retenue (en m)

C = coefficient lié à la nature du terrain d'assise de la fondation. Dans le cas présent la valeur de 6,5 est celle qui convient pour des sables fins et des sols limoneux en zone superficielle.

L'application donne $L_v > 6,5 \times 3,5 - 6,00 \times 1/3 = 20,75\text{m}$

En supposant deux parafoilles d'égale hauteur mais décalées de 6m, l'une en amont et la seconde en aval, la longueur des parafoilles est donc de $(20,75-6)/2 = 7,40\text{m}$. Ces parafoilles seront réalisées en palplanches type Larsen 31.

L'ENVERGURE DE L'OUVRAGE

L'ouvrage combiné structure vannée, murs bajoyers et digues d'approche en terre de remblai sera disposé à la perpendiculaire du lit du chenal d'alimentation de la cuvette de Nabadji sur l'axe d'implantation retenu par la présente étude, et en position centrale par rapport au profil en travers du lit du marigot. L'ensemble de l'ouvrage en béton sera déployé sur une longueur totale de 6,50m environ en y incluant les sur-largeurs du radier des fondations. Une digue d'approche en remblai de terre de 140 m de longueur totale développée constituera l'élément de raccordement de la structure en béton aux deux rives du marigot puis à l'endiguement général de la cuvette.

11.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

11.3.1 Description de l'ouvrage

L'ouvrage de contrôle et de régulation de Nabadji fondé sur un radier général d'épaisseur minimum de 0,40m est constitué :

- d'une structure en béton de 6,5m de long et 6m de large munie de 2 passes vannées séparées par des bajoyers de 0,40m d'épaisseur.
- d'une digue de raccordement de l'ouvrage en béton aux rives du marigot de 140m de long et une largeur en crête de 3m.

L'ouvrage vanné sera situé sur l'axe d'implantation retenu lors de la mission de reconnaissance des sites de projets prioritaires et en position centrale par rapport au lit du marigot. Il sera réalisé en béton et fondé sur un radier général en sur-largeur d'environ 2m par rapport à la base de l'ouvrage vanné. L'ouvrage est également équipé de batardeaux en amont et en aval et les bajoyers externes ancrés dans le radier seront prolongés par des murs en aile pénétrants qui serviront d'appui au remblai des digues d'approche.

Au-dessus de la structure vannée, on aménagera une plateforme de service de 3m de large surmontée d'un portique sur rail permettant une manipulation aisée des vannes et des batardeaux. Les vannes seront manœuvrées par une vis tournante commandée par un volant amovible. Un dispositif de détection de la position ouverte ou fermée des vannes sera mis en place et devrait être accessible depuis la plateforme de service.

Les digues d'approche s'appuient sur les bajoyers d'extrémité et les murs en aile. La crête de la digue de raccordement ainsi que la plateforme de service de l'ouvrage vanné seront calées à la cote 19,15mIGN (niveau d'arasement de l'endiguement général de protection de la cuvette de Nabadji pour mieux protéger l'ouvrage contre toute possibilité de contournement notamment en période crue. Des barrières seront aménagées à chaque extrémité de la digue d'approche pour éviter son utilisation par les camions et sécuriser ainsi les installations.

Le radier général de 10mx8m serait calé à la cote 10,00m IGN avec une épaisseur de 0,40m. Il comprendra deux parafoilles amont et aval en palplanches Larsen 31 de 7,40 m de longueur suffisamment enrobées dans le béton du radier. Les palplanches seront battues jusqu'à des cotes adéquates qui seront déterminées de façon plus précise par les études APD, dans le cadre de prospections géotechniques approfondies.

Le mur de séparation amont/aval logeant les vannes ainsi que les bajoyers intermédiaires et d'extrémité seront ancrés dans le radier. Une double protection amont/aval du radier en deçà du bassin de dissipation sera renforcée par un matelas de gabions de 0,50m d'épaisseur sur une longueur de 5m et sur les talus des berges du marigot. Le bassin de dissipation double (amont/aval) et aura de part et d'autre de l'ouvrage vanné comme dimensions 6mx5m.

Le système de protection du remblai de la digue d'approche comprendra un noyau d'argile mis en place dans le corps de digue et suffisamment ancré dans le sol de fondation, deux parafouilles amont/aval de 5m de profondeur et constituées d'un béton dosé à la bentonite. En surface sur digue et sur les talus un revêtement latéritique sera posé sur une épaisseur de 0,10m. La partie noyée du talus de la digue sera revêtue d'une protection en gabions jusqu'au niveau des plus hautes eaux (14,50m IGN).

11.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant :

Génie Civil	178 870 900 FCFA
Equipement	14 090 000 F CFA
<u>TOTAL</u>	192 960 900 F CFA

11.4 ANALYSE COÛTS AVANTAGES

Les investissements précédents permettront la mise en culture de décrue d'une superficie de 200 ha environ.

Par rapport à la situation présente qui ne donne lieu pratiquement à aucune exploitation agricole, les avantages économiques de l'aménagement de la cuvette se situeront essentiellement sur le plan de la mise en exploitation de ces 200 ha de sols.

Même en ayant recours aux techniques traditionnelles en vigueur qui se caractérisent par de très faibles investissements (semences tout venant, travail familial sans faire appel à de la main-d'œuvre extérieure rémunérée, pas d'engrais et rarement de protection phytosanitaire), les exploitants pourront compter sur un rendement d'au moins une tonne à l'hectare (et même davantage si les exploitants parviennent à adopter certaines techniques un peu plus modernes comme l'emploi de semences améliorées, un certain apport d'engrais azoté et, la protection phytosanitaire)

Sur la base d'un rendement moyen de 1.000 kg/ha, la production annuelle dépassera le montant de l'investissement consenti pour l'aménagement de la cuvette au terme de seulement neuf années de mise en exploitation.

11.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

A part les quelques effets négatifs générés par les travaux relatifs à l'ouvrage vannes, ainsi que par la prolongation de la durée d'inondation sur quelques espèces végétales, le passage d'une superficie inondée pendant 25 jours en année sèche de 60 à 180 ha devrait avoir un impact sensiblement positif :

- Au niveau de la pêche, avec le développement de nouvelles zones de frayères, la fourniture de nouveaux biotopes aux poissons,
- Au niveau de la fertilisation des sols (apports de limons) et de recharge des nappes,
- Concernant également la régénération de la végétation (en particulier des gonakiers) qui a souffert de la modification du cycle hydrologique du fait de Manantali,

Par contre l'accroissement de l'activité humaine devrait conduire à une certaine dégradation de la qualité de l'eau si l'on ne prend pas garde à limiter l'utilisation des intrants agricoles...il est à craindre également un accroissement des maladies liées à l'eau.

12. OUVRAGE : CUVETTE DE YÉDIA

12.1 CONTEXTE

La cuvette de Yédia (ou cuvette de Dondou) est localisée dans le département de Matam. Elle est située dans la communauté rurale de Bokidiavé, près de Nguidilogne à une dizaine de kilomètres de Bokidiawé. La zone est desservie par la nouvelle piste en latérite qui relie Bokidiawé à la localité de Diowol. La cuvette de Yédia polarise une dizaine de villages :

Tableau 5 : Population des villages polarisés par le site de Yédia

Villages polarisés	Population (hbts en 2005)	Observations
Dondou	5336	Village centre de la zone d'étude
Diowol	649	
Balel Pathé	387	
Balel Diakhiri	179	
Diamel Gaodal	759	
Guiraye	1506	
Gaol	1944	
Sanghayel Bounkou	274	
Mow	533	
Gaodal	1496	
Total	13063	

Il faut noter que Dondou constitue le village centre dans cette zone selon la classification faite par la communauté rurale de Boki Diawé.

12.2 CONCEPTION DE L'OUVRAGE

La cuvette de Yédia (ou cuvette de Dondou) est située dans la communauté rurale de Bokidiavé, près de Nguidilogne à une dizaine de kilomètres de Bokidiawé. La zone est desservie par la nouvelle piste en latérite qui relie Bokidiawé à la localité de Diowol située en rive droite du Diamel.

Il ressort des discussions que la mission de reconnaissance a eues avec le Conseiller agricole de la SAED en charge du secteur, et certains producteurs rencontrés sur place, que la seule voie d'alimentation qui sert aussi de chenal de vidange pour la grande cuvette de Yédia (ou cuvette de Dondou) est le marigot de Yédia qui est relié directement au fleuve.

Le projet consiste donc à construire un ouvrage de maîtrise des transits de remplissage vidange de la cuvette, afin de sécuriser une durée de submersion de 25 jours compatible avec une culture de décrue.

L'axe du futur ouvrage orienté N-O/S-E est implanté en travers du lit du marigot du Yédia, un affluent/défluent du Sénégal, qui ne coule que pendant l'hivernage. Les coordonnées géographiques de l'ouvrage relevées sur cet axe (N 16° 02' 12,0'' et O 13° 23' 27,8'') correspondent à celles du point bas du profil en travers du lit du marigot au droit de l'ouvrage. Le point de défluence Sénégal/Yédia est situé légèrement en amont du pont de franchissement du Yédia, et le site de l'ouvrage se trouve à environ 2 km en aval de cette confluence.

12.2.1 Fonctionnement hydraulique

Comme indiqué dans le rapport d'identification des projets prioritaires en phase 1, la cuvette de Yédia (ou Dondou) est alimentée par un chenal à entrée/sortie unique branché sur le fleuve Sénégal. Le remplissage de la cuvette qui s'effectue naturellement à partir de la cote 6,50m IGN n'a malheureusement pas fait l'objet d'un suivi hydrologique par l'IRD comme c'est le cas pour la cuvette de Nabadji et les marigots du Navel et du Dioulol entre 1997 et 1999.

La simulation hydraulique réalisée prend en compte les données du POGR et a débouché sur un niveau PHE de 13,5m IGN. Dans le cas de la crue optimisée POGR, ce niveau est ramené à 11,30m IGN. Ces niveaux maxima sont observés entre la mi-septembre et le début du mois d'octobre. L'amorce de la décrue qui correspond au début de la vidange de la cuvette est perceptible vers le 10 octobre.

12.2.2 La conception de l'ouvrage

Pour pérennisation les cultures irriguées pratiquées le long du cours du Yédia et dans la cuvette de Dondou, la SAED a initié un programme d'aménagement hydraulique du marigot qui constitue l'une des deux principales sources d'eau pour les cuvettes de Dondou et Diaby Dial. Le programme s'appuie sur la prolongation de la submersion des cuvettes 25 à 30 jours après l'amorce de la crue du fleuve Sénégal par un ouvrage de remplissage/retenue et de vidange.

En effet, comme il sera étudié en détail par la suite, pour évacuer le débit important de 180m³/s donné par les simulations hydrauliques, deux stratégies d'aménagement hydraulique du Yédia peuvent être envisagées :

Solution 1 : une structure centrale en béton armé vannée avec un nombre de pertuis suffisant et convenablement dimensionnés pour évacuer correctement le débit de 180m³/s. Cette variante plus simple nécessite cependant un reprofilage important du marigot sur les tronçons d'approche amont et aval du site (de part et d'autre de l'axe d'implantation de l'ouvrage pour le positionnement des nombreux pertuis nécessaires.

Solution 2 : un seuil déversant en béton associé à une structure en béton armé vanné avec un nombre limité de pertuis. Cette conception permet d'utiliser judicieusement la section d'écoulement disponible (cf : profil en travers de l'axe d'implantation de l'ouvrage) et ne nécessite pas de reprofilage. Elle présente également un intérêt certain dans le futur, quant la cuvette fera l'objet d'un aménagement en irrigué pour lequel un stockage de l'eau au-delà de la période d'hivernage permet de sécuriser les irrigations de contre saison.

Toutefois pour les objectifs immédiats du projet qui sont axés sur l'amélioration des cultures traditionnelles de décrue dans la cuvette, nous retenons la solution 1 plus simple à réaliser et comportant une structure unique en béton armée et vannée. L'objectif recherché étant de prolonger le temps de submersion des terres 25 à 30 jours au-delà de la période d'amorce de la décrue.

12.2.3 Les objectifs de l'ouvrage

L'objectif du programme de sécurisation de l'alimentation en eau de la cuvette et de pérennisation des cultures traditionnelles de décrue qui y sont pratiquées est de remplir la cuvette jusqu'à la cote de crue maximale de l'année, puis de maintenir le plan d'eau à ce niveau maximum (entre 11,30 et 13,50m IGN selon l'importance de la crue) pendant 25 à 30 jours à partir de la période de décrue qui se situerait vers la fin du mois de septembre.

12.2.4 Les contraintes de conception

Elles sont de deux ordres : les contraintes liées aux niveaux critiques (maxima atteint au moment de la crue, débordement du chenal et de la cuvette, inondation des agglomérations voisines de la cuvette) et les contraintes techniques.

Contraintes de niveaux : La cote des plus hautes eaux donnée par les simulations hydrauliques et contre lesquelles il faut protéger l'ouvrage vanné est de 13,50m IGN. Celle du bourrelet de berge est à 14,30m et le terrain naturel au-delà du bourrelet des berges du marigot est à environ 13,50m IGN, tandis que le pont de franchissement du Yédia réalisé par le PRODAM et situé non loin du site au droit du village de Diowol est calé à 13,00m IGN (cf : point levé sur la plateforme de roulement du pont). Nous retenons donc de caler la plateforme de l'ouvrage à la cote du terrain naturel (13,50m IGN).

En outre pour les besoins de l'étude, nous adopterons un niveau de pertes d'eau par infiltration et par évaporation dans la cuvette de 40mm/jour, chiffre retenu dans l'étude similaire de conception de l'ouvrage vanné du Navel (BCEOM/HYDROCONSULT International de Janvier 2001). Avec un tel niveau de pertes, au bout de 25 à 30 jours de submersion maximale et sans pompage de compensation, l'abaissement du plan d'eau atteindrait 1,00m à 1,20m, soit pour un niveau correspondant au régime nominal de fonctionnement de 11,30m IGN, le niveau final atteint dans la cuvette sera de 10,30m IGN à 10,10m IGN. Avec de tels niveaux d'eau dans la cuvette en fin octobre, cela signifierait que la cuvette aura été complètement vidée dès la fin du mois d'octobre (fin période de submersion recommandée). Les vannes pourraient donc ne fonctionner en vidange que très rarement, les terres de cultures ayant été déjà exondées sous l'effet des pertes par infiltration et par évaporation.

Contraintes techniques : comme il est difficilement envisageable de disposer d'une alimentation électrique suffisamment puissante, nous avons opté pour des manœuvres manuelles des vannes et économiser ainsi le coût d'une ligne électrique. Par ailleurs, les caractéristiques du lit au droit du site d'implantation de l'ouvrage de contrôle du remplissage/ vidange et de régulation des niveaux d'eau et la topographie du site suggèrent une longueur de l'ouvrage d'environ 100 m en crête et un niveau d'eau maximum de l'ordre de 13,50m IGN, cote légèrement supérieure à la cote maximale atteinte par la crue de 1999 dans la cuvette de Yédia.

12.2.5 Dimensionnement de l'ouvrage

12.2.5.1 Simulations hydrauliques des écoulements en crue

Pour le dimensionnement de l'ouvrage de contrôle, les résultats des simulations hydrauliques effectuées fournissent les données de base nécessaires qui se présentent comme suit :

Niveau des Plus Hautes Eaux	13,50m IGN	Niveau centennal
Niveau des Plus Hautes Eaux en régime normal de fonctionnement	11,30m IGN	Crue optimisée
Débit maximum à transiter	180m ³ /s	
Section d'écoulement	80m ²	
Vitesses maximales générées	2,25m/s	

12.2.5.2 Les pertuis

En partant de l'hypothèse que la dimension maximale d'un pertuis est de 2x2m, le calcul de la capacité de transit des pertuis est conduit sous l'hypothèse d'un écoulement libre à l'aval, type d'écoulement qui se présentera la plupart du temps en phase de décrue et en régime normal de fonctionnement (entre les cotes 6,00mIGN et 11,30m IGN, soit 5,30m de charge hydraulique).

Les pertuis vannés : sous ces conditions, et pour des vannes de 1,5mx1,5m, le débit par unité de largeur est donné par la relation suivante (hydraulique des canaux découverts).

$$Q/b = ma (2gH_0 / (1 + (ma/H_0)))^{1/2}$$

Avec m = 0,6

a = 1,5m

b = 1,5m

$H_0 = (Z_{\text{amont}} - 6,00\text{m IGN})$ où la valeur 6,00m IGN représente la cote du lit du marigot en aval de l'ouvrage.

Le calcul est mené avec des pas de 0,5m depuis la cote 11,30m IGN à la cote 6,00m IGN donne un débit moyen par pertuis de 12m³/s. **Nous retenons la mise en place de huit (15) pertuis vannés sur une longueur de 30m** pour évacuer le débit global de 180m³/s

12.2.5.3 Les vannes de remplissage/vidange

Dès le début de la campagne d'hivernage, en juin/juillet, le remplissage des biefs doit s'effectuer en laissant passer la crue du fleuve par les quinze (15) pertuis d'ouvrage. Les vannes de fermeture des pertuis seront dimensionnées pour que leur taille n'induisse pas des pertes de charges inadmissibles. Toutefois, étant donné qu'il nous semble difficilement envisageable de disposer d'une fourniture électrique suffisamment puissante pour soulever les vannes, nous avons retenu que les manœuvres des vannes de l'ouvrage seront donc manuelles. Leurs dimensions ne devraient donc pas excéder 2x2m

Les pertes de charge induites par un taille des vannes de 1,5mx1,5m sont déterminées à partir de la formule des orifices en écoulement noyé à savoir : $Q = k S (2g \Delta h)^{1/2}$

Avec :

Q : débit en m³/s

k : coefficient de débit compris entre 0,6 et à 0,7 soit à 0,65 dans le présent cas

S : section des vannes

g : accélération de la pesanteur soit 9,81

Δh : pertes de charge au passage de l'orifice en mètres.

Pour un débit de 12 m³/s et pour une section d'écoulement effective de 1,50x1,50m, les pertes de charges calculées comme ci-dessus sont de l'ordre de 1,60m que l'on peut considérer comme moyennement faibles par rapport à la rapidité du remplissage assurer par des vannes de cette taille. Les calculs de vérification des vitesses d'écoulement au niveau de la vanne donnent des valeurs de l'ordre 2,25m/s sur le radier du bassin de dissipation qui devraient s'atténuer rapidement dans le chenal de fuite gabionné sur une bonne partie de son lit et des berges au-delà du bassin de dissipation.

12.2.5.4 Le bassin de dissipation

Dimensionnement du bassin de dissipation : Le nombre de Froude en amont du bassin est déterminé à partir de la formule : $Fr_1 = V_1^2 / (gh_1)$

Avec :

Fr₁ : Nombre de Froude (sans unité)

V₁ : Vitesse d'entrée dans le bassin (en m/s)

h₁ : Profondeur conjuguée (en m)

g : accélération de la pesanteur (en m/s²)

Pour une vitesse de 2,25m/s et une lame d'eau à la sortie des pertuis de 1,5m. **Le Nombre de Froude est de 0,35**. Pour des valeurs du nombre de Froude inférieures ou égales à 1 (cas présent), le régime de l'écoulement est lent, et il n'y pas de ressaut. Nous retenons sans contrainte d'écoulement hydraulique particulière, **une longueur de bassin de dissipation de 10 m équivalente au tiers de la longueur développée par la structure centrale (ouvrage vanné)**.

Le fond du bassin (ou fosse de dissipation) décaissée de 0,50m par rapport à la base des pertuis est situé au niveau 5,30m IGN. Il forme un entonnement se terminant par une largeur de 4m correspondant à la largeur du plafond du chenal.

L'ouvrage construit jouera la plupart du temps le rôle de retenue d'eau (de juillet à fin octobre) après la vidange de la cuvette pour les besoins des cultures traditionnelles de décrue à promouvoir dans la plaine.

Protection amont : il sera mis en place sur les berges et en fond de canal trois types de matériaux : un enrochement, un gravier et du sable grossier. Pour les épaisseurs du gravier et du sable nous retenons 20 cm chacun comme dans la plupart de ce type d'ouvrage. Toutefois nous recommandons qu'en APD que ces épaisseurs soient déterminées avec plus de précision grâce à des essais sédimentométriques plus approfondis.

Quant à l'épaisseur de l'enrochement, elle est déterminée par la relation suivante : $E=CV^2$

Avec :

- E : épaisseur de l'enrochement (en cm)
- C : coefficient dont la valeur est fonction de la pente du talus et du poids spécifique des matériaux ; nous l'avons pris égal à 0,031 (blocs de latérite sains)
- V : vitesse de propagation des vagues (en m/s) qui varie dans la zone de 2,5 m/s à 6m/s et générant des vagues de 0,5 à 0,8 m)

Moyennant ces valeurs, l'épaisseur de l'enrochement est estimé à environ 20 à 30 cm.

Protection aval : on veillera à mettre en place un drain tapis filtrant au pied du talus aval de l'ouvrage qui sera constitué de sable fin, sable grossier et gravier d'épaisseur totale 1,00 m ; son rôle sera de dissiper les écoulements à travers l'ouvrage afin d'éviter l'érosion régressive pouvant se produire sur le talus aval. Pour la protection des berges et du fond du chenal de vidange vers le Diamel, nous estimons qu'une épaisseur de 30 cm d'enrochement de taille équivalente à celui de l'amont suffiront pour assurer la bonne tenue du talus aval, en plus du gabionnage du lit du chenal.

Protection contre l'affouillement : Celle-ci est essentiellement basée sur le maintien du débit de percolation sous la partie de l'ouvrage en béton et à travers le corps de digue en remblai de terre et à sa base (digues d'approche raccordées à l'endiguement général de la cuvette) dans des limites admissibles et d'éviter ainsi la ruine prématurée de l'ouvrage. En nous référant aux hypothèses émises sur les caractéristiques géotechniques des sols de fondation (paragraphe 2.4 du rapport) et des observations visuelles sur le terrain, le site présente des sols de type sable moyen d'une perméabilité pouvant être assez forte pour qu'il y ait des risques d'infiltration sous l'ouvrage.

L'ouvrage en béton sera fondé sur un radier général protégé par des parafoilles amont et aval en rideaux de palplanches. Il sera prolongé par un matelas de gabions en amont et en aval, sur les talus et sur le lit de la rivière. Le calcul de la longueur des parafoilles de protection contre les phénomènes d'affouillement sous la fondation sera conduite suivant la règle de LANE, à savoir : $L_v + 0,33 L_h > CH$, avec :

- L_v = cheminement vertical de l'eau sous la fondation (digue ou structure béton)
- L_h = cheminement horizontal de l'eau sous la fondation (digue ou structure béton)
- H = hauteur d'eau maximum de la retenue (en m)
- C = coefficient lié à la nature du terrain d'assise de la fondation. Dans le cas présent la valeur de 6,5 est celle qui convient pour des sables fins et des sols limoneux en zone superficielle.

L'application donne $L_v > 6,5 \times 5,30 - 30,00 \times 1/3 = 24,45 \text{ m}$

En supposant deux parafouilles d'égale hauteur mais décalées de 6 m, l'une en amont et la seconde en aval, la longueur des parafouilles est donc de $(24,45 - 6)/2 = 9,10 \text{ m}$. Ces parafouilles seront réalisées en palplanches type Larsen 31.

12.2.5.5 Envergure de l'ouvrage

L'ouvrage vanné sera disposé à la perpendiculaire du lit du Yédia sur l'axe d'implantation retenu par la présente étude, et en position centrale par rapport au profil en travers du lit du marigot. L'ensemble de l'ouvrage en béton sera déployé sur une longueur totale de 32 m environ en y incluant les sur-largeurs du radier des fondations dont les dimensions sont 32mx6m.

Une digue d'approche en remblai de terre de 70 m de longueur totale développée constituera l'élément de raccordement de la structure en béton vannée aux deux rives du marigot. Elle viendra s'appuyer et s'ancrer dans les murs bajoyers de la structure en béton. Un traitement adéquat devra être réservé à la liaison structure béton/ remblai en terre pour éviter des affouillements et perte de matériaux de remblai qui conduirait à la ruine prématurée de l'ouvrage.

12.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

12.3.1 Description de l'ouvrage

La structure centrale correspondant à l'ouvrage vanné qui comprend les éléments de génie civil supportant les vannes murales étanches et la plateforme de service. Cette structure centrale, d'une longueur de 32m en sur- largeur comprend également un radier en béton armé de 0,40m d'épaisseur calé à 6,00m IGN et un voile de séparation entre le bief aval et le bief amont d'alimentation de la station de pompage.

Cette ossature en béton armé d'une longueur de 30m comprend :

- Quinze pertuis vannés de 1,50mx1,50m aménagés dans le mur de séparation amont/aval et placé entre les bajoyers intérieurs d'épaisseur 0,40m ;
- un plancher supérieur calé à 13,50m IGN correspondant au TN du plateau des berges, de 0,30m d'épaisseur et 3,00m de largeur utile ancré dans le mur de séparation et les bajoyers de 0,40m d'épaisseur ;
- un radier général calé à la cote 6,00m IGN protégé par des para fouilles amont/aval en palplanches Larsen 31 et par un tapis de gabions d'épaisseur 0,50m ;
- quinze chenaux de rejet des eaux de 1,50m de large environ séparés par des bajoyers qui porteront des rainures pour batardeaux placées à 2,00m du mur de séparation du bief amont et du bief aval.

Deux bassins de dissipation (un en amont et un en aval) assureront la liaison entre l'ouvrage vanné et les chenaux d'amenée et de fuite qui seront revêtu d'un tapis de gabions de 0,50 m d'épaisseur et se prolongeant sur la rive par un autre tapis de couronnement.

L'ouvrage de contrôle et de régulation de Yédia fondé sur un radier général d'épaisseur minimum de 0,40 m est constitué :

- d'une structure en béton de 32 m de long et 6 m de large munie de 15 passes vannées séparées par des bajoyers de 0,40 m d'épaisseur.
- d'une digue de raccordement de l'ouvrage en béton aux rives du marigot de 70 m de long et une largeur en crête de 3 m.

L'ouvrage vanné sera situé sur l'axe d'implantation retenu lors de la mission de reconnaissance des sites de projets prioritaires et en position centrale par rapport au lit du marigot. Il sera réalisé en béton et fondé sur un radier général en sur-largeur d'environ 2 m par rapport à l'emprise de l'ouvrage vanné. L'ouvrage est également équipé de batardeaux en amont et en aval et les bajoyers externes ancrés dans le radier seront prolongés par des murs en aile pénétrants qui serviront d'appui au remblai des digues d'approche.

Au-dessus de la structure vannée, on aménagera une plateforme de service de 3m de large surmontée d'un portique sur rail permettant une manipulation aisée des vannes et des batardeaux. Les vannes seront manœuvrées par une vis tournante commandée par un volant amovible. Un dispositif de détection de la position ouverte ou fermée des vannes sera mis en place et devrait être accessible depuis la plateforme de service.

Le radier général de 34mx10m serait calé à la cote 6,00m IGN avec une épaisseur de 0,40m. Il comprendra deux parafouilles amont et aval en palplanches Larsen 31 de 10m de longueur suffisamment enrobées dans le béton du radier. Les palplanches seront battues jusqu'à des cotes adéquates qui seront déterminées de façon plus précise par les études APD, dans le cadre de prospections géotechniques approfondies.

Le mur de séparation amont/aval logeant les vannes ainsi que les bajoyers intermédiaires et d'extrémité seront ancrés dans le radier. Une double protection amont/aval du radier en deçà du bassin de dissipation sera renforcée par un matelas de gabions de 0,50m d'épaisseur sur une longueur de 5m et sur les talus des berges du marigot. Le bassin de dissipation double (amont/aval) aura de part et d'autre de l'ouvrage vanné comme dimensions 30mx10m.

Les digues d'approche : la crête de la digue de raccordement ainsi que la plateforme de service de l'ouvrage vanné seront calées à la cote 13,50mIGN (niveau TN). Des barrières seront aménagées à chaque extrémité de la digue d'approche pour éviter son utilisation par les camions et sécuriser ainsi les installations.

Le système de protection du remblai de la digue d'approche comprendra un noyau d'argile mis en place dans le corps de digue et suffisamment ancré dans le sol de fondation, deux parafouilles amont/aval de 6m de profondeur et constituées d'un béton dosé à la bentonite. En surface sur digue et sur les talus un revêtement latéritique sera posé sur une épaisseur de 0,10m. La partie noyée du talus de la digue sera revêtue d'une protection en gabions jusqu'au niveau des plus hautes eaux (13,50m IGN).

Le local magasin, de dimensions 6mx10 m de hauteur 3,5m sous plafond sera clôturé et servira de lieu d'entreposage et de rangement des pièces détachées et autres et autres matériels.

La fondation du bâtiment sera en béton armé, par poteaux sur semelles isolées ancrés sur le bon sol et reliés par des longrines. Le plancher dalle en béton légèrement armé est calé à la cote 14,00mIGN sera coulé sur un remblai d'apport constitué d'un matériau adéquat compacté. La maçonnerie d'élevation en agglomérés de ciment de hauteur 3,5m sera surmontée d'une dalle toiture en béton armé.

Les équipements connexes de l'ouvrage vanné sont :

- le portique de manœuvre des vannes, mobile et démontable,
- les échelles fixes d'accès aux diverses parties de l'ouvrage.

Les équipements de vannage comprennent 15 vannes murales de 1,5m x 1,5m étanches sur les quatre cotés. Elles seront manœuvrées à partir de la plateforme de l'ouvrage par une vis tournante commandée par un volant amovible. Cette vis est placée dans une colonnette de protection.

12.3.2 Détails quantitatifs et estimatifs

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant :

Génie Civil	508 191 400 FCFA
Equipements	106 250 000 FCFA
TOTAL	614 441 400 FCFA

12.4 ANALYSE COÛTS AVANTAGES

Les investissements précédents permettront la mise en culture de décrue d'une superficie de 2300 ha supplémentaire au niveau de cette cuvette.

Par rapport à la situation présente, sur la surface gagnée pour la décrue qui ne donne lieu actuellement à aucune exploitation agricole, les avantages économiques de l'aménagement de la cuvette se situeront essentiellement sur le plan de la mise en exploitation de ces 2300 ha de sols.

Même en ayant recours aux techniques traditionnelles en vigueur qui se caractérisent par de très faibles investissements (semences tout venant, travail familial sans faire appel à de la main-d'œuvre extérieure rémunérée, pas d'engrais et rarement de protection phytosanitaire), les exploitants pourront compter sur un rendement d'au moins une tonne à l'hectare (et même davantage si les exploitants parviennent à adopter certaines techniques un peu plus modernes comme l'emploi de semences améliorées, un certain apport d'engrais azoté et, la protection phytosanitaire)

Sur la base d'un rendement moyen de 1.000 kg/ha, la production annuelle dépassera le montant de l'investissement consenti pour l'aménagement de la cuvette au terme de seulement deux années de mise en exploitation.

12.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

A part les quelques effets négatifs générés par les travaux relatifs à l'ouvrage vannes, ainsi que par la prolongation de la durée d'inondation sur quelques espèces végétales, le passage d'une superficie inondée pendant 25 jours en année sèche de 2000 à 4300 ha devrait avoir un impact sensiblement positif :

- Au niveau de la pêche, avec le développement de nouvelles zones de frayères, la fourniture de nouveaux biotopes aux poissons,
- Au niveau de la fertilisation des sols (apports de limons) et de recharge des nappes,
- Concernant également la régénération de la végétation (en particulier des gonakiers) qui a souffert de la modification du cycle hydrologique du fait de Manantali.

Par contre l'accroissement de l'activité humaine devrait conduire à une certaine dégradation de la qualité de l'eau si l'on ne prend pas garde à limiter l'utilisation des intrants agricoles...il est à craindre également un accroissement des maladies liées à l'eau.

13. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE PPG1

13.1 CONTEXTE

La station du PPG I est un ouvrage existant, qui se situe à l'entrée du périmètre pilote du Gorgol I, dans la pointe de convergence ou à l'embouchure du cours d'eau Gorgol sur le fleuve Sénégal.

Le périmètre Pilote de Gorgol I se situe à environ 1 km à l'Est de la ville de Kaédi. Il est limité au sud et au Sud-ouest par le fleuve Sénégal, au Nord par le Gorgol et à l'Est par le PPG II.

L'accès au périmètre est assuré, à partir de la ville de Kaédi, par une piste aménagée. A l'intérieur du périmètre, l'accès est assuré par un réseau de pistes reliant les exploitations du périmètre.

Le pont vanne de Kaédi implanté sur ce site dessert le périmètre et tout le côté Sud - Est de la région du Gorgol ; la station est visible à partir du pont, elle ressemble au rond-point d'un carrefour pointu qui sépare la piste Kaédi - Matam de la route aménagée menant vers le PPG II.

La station de pompage concerne un périmètre irrigué actuellement en exploitation. En conséquence, sa réhabilitation n'apportera aucune modification au niveau de la population concernée (sinon une amélioration des conditions d'exploitation des périmètres en objet).

Cette station est aménagée comme toute station classique avec la seule particularité qu'elle est tellement étroite et serrée que sa topographie est indescriptible. Elle est ceinturée par la piste de Matam du côté Sud, par celle conduisant au PPG II et, enfin, par des aménagements pirates qui font que l'aire de la station ne dépasse pas 700 m². Le terrain après remblai, est à la cote 13,50 m IGN.

13.2 SITUATION INITIALE ET DIAGNOSTIC ACTUEL

Le projet consiste à réhabiliter la station de pompage, dont la situation actuelle est la suivante :

13.2.1 Génie civil de la Station de pompage du PPG I

La station de pompage du PPG I, un bâtiment de 17,30 m x 10 m, est composée de :

- une chambre souterraine de trois niveaux (+ 0,5 m IGN / + 0,90 m IGN, 7,00 m IGN et 13,65 m IGN),
- un bâtiment abri de la vantellerie surplombe comme un bâtiment sans étage au dessus du sous-terrain,
- la structure est en béton armé en mur – voile. Un aménagement par mise en place de cloisons et murs intermédiaires ajourés ou non suivant les besoins de l'exploitation, a permis de compartimenter l'aire intérieure en 4 blocs :
 - ◆ une grande chambre en L de 14,8 x 3,25 + 6,4 x 3,65 m qui est la chambre d'arrivée des eaux de drainage ou d'irrigation,
 - ◆ une chambre de dimension moyenne de 8,7 m x 6,4 m, chambre de scellement des 4 pompes d'irrigation,
 - ◆ une petite chambre de 6,1 m x 3,55 m, chambre de scellement des 2 grandes pompes additives pour le relèvement du plan d'eau dans la rivière Gorgol,
 - ◆ une très petite chambre de 3,55 m x 1,8 m qui est la chambre de dissipation pour le drainage vers le Gorgol,
- les épaisseurs des murs varient entre 30 et 40 cm,
- 9 voiles raidisseurs de 40 cm d'épaisseur, du côté extérieur, assortis de l'effet des murs intérieurs, donnent une structure stable et dimensionnée pour supporter les effets dynamiques des pompes et toutes autres sollicitations exercées sur le système ;
- le bâtiment est orienté dans la direction Est – Ouest. Une porte principale métallique et coulissante permet de libérer une ouverture de 4,2 x 4,2 m, ce qui permet de manipuler librement l'arrivée ou la sortie des pièces ou des machines complètes pour la station. Une autre porte à l'opposé, de 1,5 m x 4,5 m, permet d'accéder de la chambre des pompes à la vanne primaire en tête de réseau ou inversement,.
- des ouvertures d'aération de 0,3 m x 3 m sont exécutées sur tout le périmètre du bâtiment. Ces ouvertures sont espacées de poteaux de 0,3 m x 3 m de manière classique pour les stations de pompage. Des rideaux verticaux en fer ressemblant à des persiennes permettant de garantir l'étanchéité minimale pour les machines dans des milieux poussiéreux similaires.

13.2.2 Équipements de la Station de pompage du PPG I

La station PPG I est équipée de :

- 4 pompes axiales de 600 l/s chacune,
- 2 pompes immergées de relèvement de 1200 l/s,
- 1 vanne de drainage sur le Gorgol,
- 1 vanne de prise sur le fleuve,
- 1 vanne extérieure de relèvement pour le Gorgol,
- 1 armoire commune électrique de gestion des équipements,
- 1 pont roulant de 5 tonnes de levage des différents équipements,
- 1 groupe électrogène de secours de 570 KVA.

La station de pompage a été mise en eau en 1977. Depuis cette date, les équipements électromécaniques ont subi globalement cinq interventions :

- En 1983 : révision du groupe électrogène et remise à neuf de la station de pompage,
- En 1986 : travaux d'entretien de la station de pompage. (puisards et grilles),
- En 1990 : révision générale de la station de pompage,
- En 1997 : installation de deux groupes immergés pour l'alimentation de secours du PPG II. Les travaux engagés ont touché le génie civil de la station pour l'installation de deux groupes de pompage dans la bache existante,
- En 2001 : Alimentation en énergie électrique de la station (depuis la mise en service du réseau électrique de Manantali).

La station comprend 4 groupes électropompes à axe vertical et de débit unitaire de 600 l/s installés depuis 1976.

Dans le cadre d'appui au développement de la région du Gorgol, deux nouveaux groupes électropompes du type submersible ont été installés en 1997. Ces pompes ont un débit unitaire de 1200 l/s, et refoulent les eaux vers le Gorgol en permettant ainsi l'alimentation de secours de la station de pompage du PPG II.

13.2.2.1 Pompes d'irrigation du PPG I

L'alimentation du PPG I a été conçue à partir du Sénégal ou du Gorgol en fonction du niveau d'eau dans les cours d'eau. Actuellement et suite au réaménagement de la station, l'alimentation du PPG I ne peut être assurée qu'à partir du Sénégal.

Les principales caractéristiques des pompes existantes sont les suivantes :

- Pompe :
 - ◆ Pompe à 2 étages :
 - ◆ Marque : Guinard
 - ◆ Type : pompe à axe vertical hélico-centrifuge VGH 550/445.
 - ◆ Débit unitaire : 600 l/s
 - ◆ Hauteur manométrique (HMT) : 10,20 m. (variable en fonction du niveau d'eau dans le fleuve)
- Moteur électrique :
 - ◆ Marque : Leroy Sommer (France)
 - ◆ Type : NA 280 M9
 - ◆ Puissance : 90 kW – 125 CV
 - ◆ Rendement : 94 %
 - ◆ Fréquence : 50 Hz
 - ◆ Indice de protection : IP 23
 - ◆ Classe : F
 - ◆ Vitesse de rotation : 980 tr/min
 - ◆ Facteur de puissance ($\cos \varphi$) : 0,83
 - ◆ Cd/Cn = 2,1 et Id/In = 6,1
 - ◆ Courant par phase :
 - * 310A pour le montage Δ et une tension entre phases de 220V.
 - * 179A pour le montage Y et une tension entre phases de 380V.
 - ◆ Alimentation électrique : réseau SOMELEC

Le démarrage de ces groupes se fait par démarreurs statoriques automatiques de marque AOIP, de type RC5P/6 pour 125CV. Le temps de démarrage est de 5 secondes.

- Moteurs de graissage :
 - ◆ 4 groupes graisseurs Boudron à départs multiples de caractéristiques : 0,37kW triphasé – 50 Hz – 380 V -- 920 tr/min.

13.2.2.2 Pompes de relèvement pour PPG2

Ces pompes installées dans le même abri que les autres électropompes du PPG I, refoulent les eaux vers le Gorgol pour le relèvement de niveau d'eau dans le Gorgol pour le PPG2.

Les principales caractéristiques de ces pompes présentées comme suit :

➤ Pompe :

- ◆ Marque : FLYGT
- ◆ Type : FLYGT P 7081. 53-735B4
- ◆ Point 1 de fonctionnement : Débit : 1219 l/s, HMT : 4,25 m, Rendement hydraulique: 82,6 %, Rendement total : 75,1%
- ◆ Point 2 de fonctionnement : Débit : 1396 l/s, HMT : 1,50 m, Rendement total : 49,0%

➤ Moteur électrique :

- ◆ Marque : FLYGT
- ◆ Type : FLYGT 705 43-30-8AA/1
- ◆ Fréquence : 50 Hz
- ◆ Indice de protection : IP 68
- ◆ Classe : F
- ◆ Nombre de pôles : 8
- ◆ Facteur de puissance ($\cos\varphi$) à 4/4, 3/4 et 1/2 : respectivement 0,77 ; 0,73 et 0,62
- ◆ Courant par phase : 154 A
- ◆ Puissance : 75 kW
- ◆ Rendement à 4/4 , 3/4 et 1/2 :respectivement 90,5% ; 90,5% et 89,0%.

13.2.2.3 Pont roulant

La manutention des accessoires lourds de la station est assurée par un pont roulant monté sur un chemin de roulement fixé sur l'ossature de la salle des moteurs.

Ce pont a une capacité de 5 tonnes avec un levage électrique et déplacement manuel.

Ce levage est assuré par un moteur asynchrone à deux sens de rotation avec une puissance de 370W ; facteur de puissance de 0.8.

La commande est assurée par une boîte à bouton-poussoirs pendante via un petit coffret dans lequel se trouve les contacteurs servant de pré actionneurs.

13.2.2.4 *Pompe à boue*

- Type : HS- 3127 HT roue n° 466 ;
- Moteur : 380V – 50Hz – 5.9 kW à 1450 tr/mn ;
- Marque : FLYGT France.

13.2.2.5 *Mode de fonctionnement prévu de la station de pompage*

L'alimentation du PPG I est prévue à partir du Sénégal ou du Gorgol en fonction du niveau d'eau dans les cours d'eau.

Le réseau a été dimensionné pour le fonctionnement simultané de 3 pompes en parallèle. Ces pompes refoulent les eaux dans le canal principal contrôlé par une vanne Amil en tête du canal.

De même, la station de pompage avait pour objectif d'intercepter aussi les eaux de drainage qui devraient être rejetées soit dans le Gorgol soit dans le fleuve Sénégal.

En période de pointe le planning de fonctionnement de la station de pompage est défini comme suit :

- De 7 heures à 10 heures : 3 pompes
- De 10 heures à 19 heures : 2 pompes
- De 19 heures à 7 heures : 1 pompe

13.2.2.6 *Équipements électriques*

La station de pompage est alimentée en NORMAL par le réseau SOMELEC et en SECOURS par un groupe électrogène de 570kVA.

13.2.2.6.1 *Alimentation en NORMAL*

L'alimentation en normal est assurée par le réseau MT/BT de la SOMELEC passant par un transformateur de tension primaire 15kV et de tension secondaire 400V ; de puissance 400kVA se trouvant dans un poste maçonné. Le transformateur est alimenté en MT par la ligne nue en Almélec en câble aérosouterrain HN33 S 23 de section 3x95mm² Alu.

L'armoire TGBT des pompes d'irrigation du PPG1 est alimentée par la BT du transformateur par câble souterrain armé ARV FV 4x 185mm² Alu.

Suite à l'installation des pompes immergées servant à l'alimentation en eau du PPG2 , un deuxième transformateur de 250kVA alimentée par la même ligne MT a été posé près du poste existant dans un préfabriqué sous forme de bocage.

13.2.2.6.2 Alimentation en secours

En cas de coupure du courant, un groupe électrogène assure l'alimentation en secours de l'installation de façon manuelle. Ce groupe de marque RENAULT (assembleur) assurait initialement l'alimentation en service continu de la station.

Les caractéristiques suivantes sont relevées :

- Alternateur :
 - ◆ marque : STAMFORD
 - ◆ type : SC 534 E
 - ◆ indice de protection : IP22
 - ◆ tension : 380V triphasé
 - ◆ puissance : 570 kVA
 - ◆ fréquence : 50 HZ
 - ◆ vitesse de rotation : 1800 tr/mn
 - ◆ facteur de puissance : 0.8
- Moteur :
 - ◆ marque : RENAULT
 - ◆ type : LXR051
 - ◆ série : LXR 051-87

13.2.2.6.3 Armoires et coffrets électriques

a. Armoire TGBT : elle contient les deux arrivées (celle du poste de transformation et celle du groupe électrogène) et un départ vers les tableaux de commande et de contrôle des électropompes. Ces arrivées sont protégées par deux disjoncteurs tripolaires de calibre 800A et montés avec inter verrouillage.

b. Armoires de commande des pompes de PPG1 : Elles sont équipées de jeux de barres, de contacteurs de commande, des protections des pompes, des protections, des batteries de condensateurs (2x15 kVAR) et les relais de commande et de signalisation .Cet ensemble est protégé par un disjoncteur magnétothermique 4P/630A de marque MERLIN GERIN .En face avant de l'armoire se trouvent les voyants de signalisation et les boutons des différentes commandes.

c. Armoires de commande des pompes de relèvement pour le PPG2 : Elles sont équipées de jeux de barres, de contacteurs de commande, des protections des pompes, des protections, des relais de commande et de signalisation .En face avant de l'armoire se trouvent les voyants de signalisation et les boutons des différentes commandes.

d. Coffret des auxiliaires : Il comprend un sectionneur porte fusibles 4P/125A avec des départs protégés vers le pont roulant, les éclairages et les prises.

13.2.3 Diagnostic

Concernant le Génie civil, des fissures verticales et horizontales apparaissent de manière irrégulière sur toute la façade extérieure. Toutefois, ces fissures semblent peu profondes ou n'apparaissent pas à l'intérieur. La dalle du plancher sol est également fissurée mais pas à tel point qu'on peut conclure qu'elle va tomber demain.

Le bâtiment est couvert par des tôles en fibre ciment. Il est trop haut pour qu'on puisse avoir une idée sur leur état. De plus, la pente de la toiture est très forte.

Un bâtiment en BA couvert en fibre ciment, de 6 m x 4 m, joue office d'abri d'un groupe électrogène de secours de 570 KVA.

Le bassin de réception de l'eau d'irrigation est une espèce de canal revêtu, fissuré, entouré de trous de taupe et de tassements de remblai. Le génie civil de la vanne Amil est acceptable.

Les conduites reliant la station au fleuve ou au Gorgol sont sous eaux donc non visitables.

La station de pompage est d'aspect extérieur fatigué malgré la grande intervention de 1998 visant à aménager la station de relèvement du niveau d'eau dans le Gorgol. En effet, on s'est simplement préoccupé de la mise en œuvre de cet additif imposé par le niveau d'eau dans le Gorgol aux périodes critiques : au démarrage des campagnes en fin Juin ou à leur achèvement en année déficitaire.

Concernant les équipements électromécaniques, ils sont vétustes :

- Deux pompes sur quatre sont présentement en fonctionnement .Les deux autres sont enlevés et en cours de réparation à Nouakchott ;
 - ◆ Les armoires de protection, de commande et de régulation ont du matériel très ancien et inexistant actuellement dans le marché. Elles sont donc obsolètes et irrécupérables.
 - ◆ Les résistances de démarrage des pompes sont assez détériorés et de technologie dépassée depuis bien longtemps ;

13.2.3.1 Pompes d'irrigation du PPG1

- Seules deux électropompes sur quatre sont en fonctionnement au moment de notre passage (celles qui sont en panne sont à Nouakchott pour réparation) ;
- Pompes existantes complètement amorties, leur état physique montre une fatigue assez flagrante (elles sont très dégradées et difficiles à maintenir) ;
- Pièces de rechange inexistante sur site encourageant le système D dans bien des cas ;
- Les corps des pompes sont complètement rouillés ;
- Manque de système de maintenance préventive, les pompes ne sont déposées que si elles sont en panne ;
- Inexistence d'un circuit de terre pour raccordement des masses métalliques des pompes ;

- Les mesures effectuées ne donnent lieu à aucune valeur excessive (intensités, tensions, puissances actives, facteurs de puissance).

Vue d'ensemble des électropompes



Corps de la pompe en cours de réparation



13.2.3.2 *Pompes de relèvement*

Ces pompes sont encore à l'état neuf car elles n'ont que 110 heures de fonctionnement mais elles n'ont jamais été entretenues.

- Inexistence d'un circuit de terre pour raccordement des masses métalliques des pompes ;

13.2.3.3 *Pont roulant*

- La boîte à bouton-poussoir est encore opérationnelle ;
- Les rails de translation (déplacement manuel) doivent être entretenus car ils commencent à se dégrader ;
- Le coffret de commande du moteur de levage est complètement vétuste ; les équipements ne fonctionnent plus normalement ; les contacteurs sont de technologie dépassée ;
- Le moteur n'a jamais été entretenu ;
- Les câbles de traction ne répondent plus aux normes et ne garantissent plus le levage de la masse indiquée ;
- Inexistence d'un circuit de terre pour raccordement des masses métalliques du pont roulant;

13.2.3.4 *Pompe à boue*

Cette pompe est complètement hors d'usage.

13.2.3.5 *Équipements électriques*

13.2.3.5.1 *Alimentation en NORMAL*

- Le câble de liaison entre l'armoire TGBT et les moteurs des électropompes à axe ne répondent plus aux normes et leurs protections mécaniques sont usées;
- La section du câble d'alimentation en énergie électrique de la station est insuffisante pour le fonctionnement nominal des pompes ;

13.2.3.5.2 *Alimentation en SECOURS*

- Groupe négligé depuis l'alimentation de la station par la SOMELEC, non entretenu depuis 2003;
- Batterie hors service ;
- Inexistence d'un circuit de terre pour raccordement des masses métalliques du groupe et d'un autre circuit pour le neutre sorti ;

13.2.3.5.3 Armoires et coffrets électriques

Les armoires électriques, installées depuis 1977, sont en très mauvais état et ne répondent plus aux normes de sécurité en vigueur. Les principales insuffisances sont :

- Mauvais emplacements des armoires et coffrets électriques (humidité et température) du fait de leur mise dans la même enceinte que les autres équipements de la station ;
- Câblages ayant fait l'objet de plusieurs interventions anarchiques ;
- Absence de caches bornes pour appareillages des circuits de puissance ;
- Absence de dispositifs de protections adéquats ;
- Mauvaise fixation des appareillages sur les rails ;
- Câblages dans un désordre total à l'intérieur des coffrets et armoires ;
- Manque étiquetage des appareillages internes aux coffrets et armoires et de repérages des fils ;
- Absence de ventilation des armoires ;
- Les indications des ampèremètres ne sont plus justes, l'un d'eux ne fonctionne plus ;
- Équipements internes d'une technologie complètement dépassée ;
 - ◆ Les pompes ne fonctionnent que manuellement ; le mode automatique est inopérant ;
 - ◆ Inexistence d'un circuit de terre pour raccordement des masses métalliques des pompes ;
- Inexistence d'un circuit de terre pour raccordement des masses métalliques des différents départs protégés des armoires et coffrets électriques ;
- Les enveloppes externes des armoires et coffrets ne sont plus étanches et ne se ferment plus correctement

Équipements internes armoires des électropompes



Technologies obsolètes du matériel électrique interne à l'armoire des électropompes



Face avant de l'armoire des électropompes



Technologies obsolètes du matériel électrique interne à l'armoire des électropompes



Face avant de l'armoire des électropompes avec les appareils de mesure et les voyants



- Les armoires de commande des pompes de relèvement pour le PPG2 à partir de PPG1 sont encore à l'état neuf.

Face avant de l'armoire de PPG1 1



- Le coffret des auxiliaires est tripoté et dispose de matériel obsolète et est hors normes ;

13.2.4 En résumé

En résumé la station du PPG I souffre de :

- l'âge et du manque de suivi,
- les murs sont fissurés, le canal d'amenée revêtu est fissuré également et craquelé à plusieurs endroits,
- la vanne Amil, à la sortie du bassin et du canal revêtu, vanne de départ et de régulation de toute l'irrigation du PPG I, est bloquée. depuis plusieurs années en position d'ouverture totale. Actuellement, l'eau monte ou descend sans régulation automatique et les paysans sont obligés d'ouvrir plusieurs secteurs amont après chaque arrêt de la station pour éviter le débordement de l'eau dans les zones basses du périmètre (120 ha environ). Ces zones ne peuvent plus être drainées depuis l'aménagement de la station de relèvement,
- les pompes d'irrigation manquent de suivi et d'entretien même courant,
- le drainage sur le Gorgol par pompage est supprimé avec l'insertion de la station de relèvement,
- les armoires électriques sont exposées à la chaleur excessive et au manque d'étanchéité du local,
- les bâtiments sont fissurés, non repeints depuis 1976, l'année de la création.

13.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

13.3.1 Génie Civil

Concernant les équipements :

Les travaux concerneront :

- la reprise totale de la station tenant compte de l'opportunité de l'irrigation et du drainage d'un périmètre de 700ha et du relèvement du plan d'eau dans le Gorgol pour un périmètre rizicole de 1200ha,
- la reprise totale du canal d'amenée,
- la réparation de l'automatisme de la vanne AMIL,
- la fourniture et pose de toutes les vannes (drainage, vanne Sénégal et la vanne Gorgol),
- la construction d'une chambre des armoires, aérée, climatisée et assez étanche pour diminuer l'effet des aléas climatiques (vents de sable, humidité, température et autres).
- La révision de la vanne du pont vanné du Gorgol

N.B : Pour mieux optimiser la station de relèvement du plan d'eau dans le Gorgol, la construction du seuil dans cet affluent du fleuve Sénégal est nécessaire.

13.3.2 Équipements

13.3.2.1 Groupes de pompage

- Changer toutes les électropompes par quatre autres neuves de mêmes types ou équivalents.

Débit unitaire : 600 l/s ; HMT : 10.2m avec un jeu de pièces de rechange pour 5000 heures de fonctionnement.

13.3.2.2 Pont roulant

Les solutions qui peuvent être envisagées sont :

- Changer le pont existant par un autre neuf de même type ou équivalent.
Le nouveau pont doit respecter les mêmes spécifications techniques que celui existant

13.3.2.3 Pompe à boue

Les solutions qui peuvent être envisagées sont :

- Changer la pompe à boue existante par une autre neuve de même type ou équivalent.
La nouvelle pompe doit respecter les mêmes spécifications techniques que celle existante avec des pièces de rechange pour 5000 heures de fonctionnement.

13.3.2.4 Équipements électriques

13.3.2.4.1 Alimentation en NORMAL

- Changer les câbles de liaison entre l'armoire TGBT et les moteurs électropompes par d'autres de même type ;
- Doubler le câble d'alimentation en énergie électrique de la station en provenance du poste de transformation.

13.3.2.4.2 Alimentation en SECOURS

- Changer le groupe électrogène par un autre de puissance 630 kVA pour assurer le secours de l'ensemble des équipements contenus dans la station. en respectant toutes les règles de sécurité nécessaires;

13.3.2.4.3 Armoires et coffrets électriques

Les solutions qui peuvent être envisagées sont :

Procéder aux changements des coffrets et armoires avec leurs équipements internes complets implantés dans un local isolé et climatisé.

N.B : Pour mieux optimiser la réhabilitation des équipements envisagée il est recommandé de disposer d'un service de maintenance permanent.

13.3.3 Détail quantitatif et estimatif

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant (en UM) :

Génie Civil		143 348 000
Equipements		202 000 000
Total		345 348 000

13.4 ANALYSE COÛTS - AVANTAGES

Le montant des investissements au niveau de la station de pompage du PPG 1 s'élève à **345 348 .000 UM** dont 143.348.000 UM pour les travaux de génie civil et de terrassement et 202 000 .000 UM pour les équipements électromécaniques et électriques.

La réfection du bâtiment est destinée notamment à conserver l'existant, de protéger les équipements et d'améliorer les conditions d'utilisation et de travail, tandis que la reprise des vannes et du canal d'amenée amélioreront l'approvisionnement en eau de la station et du périmètre dans son ensemble. La révision du pont vanné à l'embouchure du Gorgol garantira, quant à elle, un remplissage sécurisé de ce bief du Gorgol ainsi que la disponibilité d'eau au pied de la station de relèvement du PPG 2.

Le remplacement de quatre électropompes de même que la réfection des équipements électriques de la station et du groupe électrogène de secours ont pour objectif d'assurer le fonctionnement optimal de la station de pompage et de pouvoir alimenter le périmètre en eau en fonction de la demande réelle du réseau et des cultures.

Le fait de maîtriser l'irrigation conduira à une alimentation optimale des cultures en eau tout en réduisant les pertes d'eau au niveau de la station de pompage ainsi que des surcoûts de consommation d'énergie.

Au niveau des exploitants du périmètre de 700 ha, ces améliorations se traduiront, en principe, par à une diminution de la facture d'eau et d'électricité et un accroissement des rendements. Ces deux avantages auront un impact direct sur le budget et le résultat net d'exploitation des exploitants du périmètre. Cependant, ces avantages sont difficiles sinon impossibles à chiffrer.

Par ailleurs, il est permis d'affirmer qu'à défaut de révision diligente et complète de la station de pompage et de remplacement des équipements défectueux, cette dernière n'est pas à l'abri de dysfonctionnements graves susceptibles d'anéantir les efforts entiers d'une des prochaines campagnes agricoles sur ce périmètre de 700 ha.

13.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Les impacts environnementaux se situent pratiquement sur le même plan que les impacts / avantages économiques. En limitant le gaspillage et les pertes, les investissements conduiront à une économie d'eau et d'énergie. Du fait qu'il s'agit de la réhabilitation et la remise en état d'une station de pompage sans introduction de nouveaux types d'équipement ne laisse prévoir aucun impact négatif sur l'environnement. Il en est de même pour les travaux de génie civil qui ne prévoient qu'une remise en leur état initial des bâtiments, vannes et chenal déjà existants.

La révision du pont vanné sur le Gorgol qui intéresse, en premier lieu, le PPG 2 et non le PPG1, n'apporte elle non plus aucun élément nouveau susceptible d'avoir un impact environnemental. Toutefois, pour être vraiment efficace et avoir un impact au niveau du PPG 2, cette révision devra être complétée par la construction du seuil sur le Gorgol, en amont de la station de relèvement d'eau pour le PPG 2, afin de limiter de manière substantielle les besoins en pompage pour satisfaire la demande de la station PPG2 à la situation actuelle et les pertes en eau liées à une remontée inévitable des eaux vers l'aval dépassant facilement 25 à 30 km à cause de la configuration du Gorgol consolidée par la présence de très grandes zones basses à Seyene et à Ganki

14. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE PPG2

14.1 CONTEXTE

La station du PPG II se situe dans le Nord du périmètre ; elle fait sa prise sur le Gorgol. Cette station est implantée à 15 km environ de la station du PPG I. Elle est en aplomb avec la sortie Est de Kaédi, en face du Centre de formation vétérinaire, l'ENFVA. Elle est remblayée sur toute son aire à la cote 13,50 m IGN

Le périmètre Pilote de Gorgol II « PPG II » constitue l'extension du PPG I, et se situe à environ 15 km à l'Est de la ville de Kaédi. Il est limité au Sud par un cordon dunaire qui le sépare du fleuve Sénégal, au Nord et à l'Est par le Gorgol et à l'Ouest par le PPG I.

L'accès au périmètre est assuré, à partir de la ville de Kaédi, par une piste revêtue en latérite.

A l'intérieur du périmètre, l'accès est assuré par un réseau de pistes reliant les différentes exploitations.

14.2 SITUATION INITIALE

Le projet consiste à réhabiliter la station de pompage, dont la situation actuelle est la suivante :

14.2.1 Génie civil de la Station de pompage du PPG II

La station de pompage du PPG II est un bâtiment de 26,10 m x 21,60 m. Il est composé, de l'amont vers l'aval, de :

- une prise en BA ou dalot d'immission de section 2 m x 2,5 m servant à alimenter la bêche de la station en eau à partir du Gorgol,
- une chambre principale de plusieurs niveaux (+3,5 m IGN / +4,5 m IGN, 9,50 m / 11,6 m et 13,5 m IGN). Les épaisseurs de murs varient de 0,35 m à 1,60 m pour le mur séparateur entre la berge et la station. Toutes les dispositions au niveau de la construction qui tiennent compte des types de sollicitations spécifiques ainsi que des formes géométriques des sections hydrauliques requises, ont été identifiées au cours de la visite de cette station.
- un bâtiment abri des équipements électriques,

- la structure est en béton armé et de type mur – voile. Un aménagement par mise en place de cloisons et murs intermédiaires ajourés ou non suivant les besoins de l'exploitation, a permis de compartimenter l'aire intérieure en 4 blocs :
 - ◆ une grande chambre d'alimentation de la station en eau qui communique avec la chambre de drainage,
 - ◆ une chambre pour les eaux de drainage,
 - ◆ une bêche de dissipation qui communique avec la conduite dalot en BA qui refoule l'eau au bassin d'irrigation,
 - ◆ une grande galerie, conduite en BA de section rectangulaire, récupère les eaux de drainage pour les acheminer vers les pompes de drainage qui les renvoient soit vers le Gorgol soit vers le bassin d'irrigation.

A l'entrée ou à la sortie de chaque compartiment communiquant avec l'extérieur, des protections en gabion et des murs para-fouille, assurent l'étanchéité et la stabilité des talus. L'effet des actions environnementales est visible et plusieurs bassins et talus sont couverts de repusses fixatrices des corps de talus susceptibles de s'éroder.

14.2.2 Équipement de la Station de pompage du PPG II

La station PPG II est équipée de :

- 6 pompes immergées de 480 l/s chacune,
- 1 vanne de drainage sur le Gorgol, équipée de clapets anti-retour,
- 1 vanne de prise sur le Gorgol,
- 1 armoire commune électrique de gestion des équipements,
- 1 équipement électrique complet est entreposé dans le bâtiment central, servant d'accessoires pour la future ligne MT
- 1 pont roulant de capacité de levage de 3.2 tonnes
- 2 groupes électrogènes d'alimentation et de secours en électricité qui pourront servir de secours lorsque la station sera branchée au réseau de la ville de Kaédi.

La station de pompage du PPG II comprend 6 groupes électropompes immergés du type Flygt et de débit unitaire de 480 l/s.

Dans le cadre d'appui au développement de la région du Gorgol, deux groupes électropompes du type immergé ont été installés en 1997 au niveau de la station de pompage du PPG I. Ces pompes de débit unitaire de 1200 l/s, refoulent les eaux dans le Gorgol et permettent l'alimentation de secours de la station de pompage du PPG II.

D'après les relevés des compteurs horaires, ces groupes n'ont fonctionné que 112 heures maximum soit environ cinq jours et la décision d'arrêt a été prise par les exploitants à cause du coût élevé d'énergie.

14.2.2.1 Pompes d'irrigation et de drainage du PPG II

L'alimentation du PPG II a été conçue à partir du Gorgol. Le pompage est assuré par 6 pompes immergées dont une servant de secours.

Les principales caractéristiques des pompes existantes sont les suivantes :

➤ Pompes

- ◆ Pompe immergée,
- ◆ Marque : FLYGT,
- ◆ Type : LL 3355/610,
- ◆ Rendement hydraulique : 72,0%,
- ◆ Rendement total : 62,0%,
- ◆ Débit unitaire et hauteur manométrique

	Débit unitaire	Hauteur manométrique
Irrigation	480 l/s	6,670 m
Drainage	562 l/s	8,5 m

Le débit et la HMT des pompes varient en fonction du niveau d'eau dans le Gorgol comme présenté par le tableau suivant :

Tableau 1 : Variation du débit et de la HMT en fonction du niveau d'eau dans le Gorgol¹

Niveau d'eau au Gorgol (m IGN)	HMT (m)	Débit (l/s)	Débit (m ³ /h)
5,50	6,60	481,6	1733,7
6,00	6,10	495,3	1783,1
6,50	5,60	507,60	1827,3
7,00	5,10	519,20	1869,0
7,50	4,60	530,9	1911,1
8,00	4,10	543,2	1955,5
8,50	3,60	555,9	2001,2
9,00	3,10	568,6	2046,9
9,50	2,60	581,60	2093,7
10,00	2,10	594,7	2141,0
10,50	1,00	608,5	2190,6

¹ Source : Rapport APD de réhabilitation des grands périmètres irrigués Décembre 2004 par groupement ERA/SAFI/SCT RIM

- Moteur électrique :
 - ◆ Marque : FLYGT,
 - ◆ Type : FLYGT 680 35-28-6AA,
 - ◆ Indice de protection : IP 68,
 - ◆ Classe : F,
 - ◆ Nombre de pôles : 6,
 - ◆ Puissance : 55 kW,
 - ◆ Fréquence : 50 Hz,
 - ◆ Tension d'alimentation : 380 V,
 - ◆ Facteur de puissance ($\cos\phi$) à 4/4, 3/4 et 1/2 : respectivement 0,89 ; 0,88 et 0,85,
 - ◆ Rendement à 4/4, 3/4 et 1/2 : respectivement 85,5% ; 87,5% et 87,5%,
 - ◆ Courant par phase :
 - * Au point nominal : 110A,
 - * Au démarrage (type direct) : 535A,
 - * Au démarrage (type étoile triangle) : 178A,

14.2.2.2 Groupes électrogènes

Alimentation électrique : deux groupes électrogènes (identiques).

Les informations techniques relevées sont les suivantes :

- Moteur :
 - ◆ Numéros de série : Groupe 1 : Moteur n° 81Z19006
 - ◆ Groupe 2 : Moteur n° 81Z19008
 - ◆ Caractéristiques :
 - ◆ Marque : Caterpillar ;
 - ◆ Type : 3412 CAT 12 cylindres 4temps;
 - ◆ Vitesse : 1500tr/mn ;
 - ◆ Nature : Diesel ;
 - ◆ Refroidissement : par eau avec radiateur tropical (50°C);
 - ◆ Pompe d'injection avec régulateur de vitesse ;
 - ◆ Filtre : à air avec indicateur de colmatage ;
 - ◆ Pompes : à carburant, à huile et à eau à engrenage ;
 - ◆ Alimentation : avec turbocompresseur ;
 - ◆ Régulateur : mécanique ;
 - ◆ Démarrage : électrique.
 - ◆ Une pompe électrique monophasée 220V a été rajoutée sur les arrivées gasoil avec un niveau à contact pour assurer un remplissage automatique, à partir des citernes extérieures, des réservoirs intégrés dans le châssis des groupes.
 - ◆ Alternateur :
 - ◆ Numéros de série : Groupe 1 : Alternateur n° 8HG 00673
 - ◆ Groupe 2 : Alternateur n° 8HG 00675

- ◆ Caractéristiques :
- ◆ Marque : Caterpillar ;
- ◆ Type : SR4-B sans balais ;
- ◆ construction : mono palier avec accouplement direct au volant;
- ◆ Nature du courant : alternatif triphasé avec neutre sorti (branchement en étoile) ;
- ◆ Puissance : 500kVA en service continu
- ◆ isolation : classe F;
- ◆ limite du régime : surrégime admissible : 150% ;
- ◆ Régulateur de tension: automatique de plus ou moins 10%.
- ◆ Panneau de commande :
- ◆ Caractéristiques :
- ◆ Ampèremètre, voltmètre, fréquencemètre, tachymètre et horomètre numériques ;
- ◆ Sélecteur de phase ;
- ◆ Module de commande démarrage/arrêt automatique avec minuteries de lancement et de refroidissement
- ◆ Arrêt d'urgence ;
- ◆ Manomètre d'huile et thermomètre d'eau numériques ;
- ◆ Arrêts de sécurité et témoins lumineux : pression d'huile, température d'eau, surrégime, saturation au démarrage ;
- ◆ Rhéostat du régulateur de tension ;
- ◆ Codes de diagnostic à affichage numérique.
- ◆ Disjoncteur 4P/800A installé sur le coté droit dans le caisson protégeant l'alternateur et raccordé par câbles souples.
- ◆ Les deux groupes sont installés dans des containers de type marin de 20 pieds transformés et adaptés pour le fonctionnement des groupes et leur exploitation.

14.2.2.3 Équipements électriques

Présentement la station est alimentée en normal par un groupe électrogène de 500 kVA (décrit ci haut) et en secours par un autre de même type mais également elle est pourvue d'équipements permettant l'alimentation par une ligne MT à partir du réseau de la SOMELEC.

Ces équipements sont :

- a. Armoire générale MT : Elle a une tension nominale de 17.5 kV et une tension de service de 15 kV et comprend :
 - ◆ Une unité de protection générale équipée de :
 - * sectionneur rotatif 24kV, de calibre 400A et de type SRN/400 (Nuova ESI) ;
 - * disjoncteur 24 kV et de calibre 630A. Ce disjoncteur est à volume d'huile réduit avec bobine d'ouverture, contacts auxiliaires, relais à maximum de courant. La commande est mécanique et de type ES (ABB SACE) ;
 - * sectionneur à charnière, 24 kV et de calibre 400A, actionné par le SRN 24/400 ;
 - * sectionneur de liaison de terre.
 - ◆ Deux unités de protection des transformateurs.
- b. Transformateurs : Deux transformateurs de puissance en attente de liaison au réseau moyenne tension de la SOMELEC sont déjà sur place et ont les caractéristiques suivantes :
 - ◆ Type : hermétique ;
 - ◆ Constructeur : MACE s.a.s ;
 - ◆ Puissance nominale : 400kVA ;
 - ◆ Fréquence : 50HZ ;
 - ◆ Tension primaire : 15 kV plus ou moins 2x2.5% ;
 - ◆ Courant primaire : 15.4 A ;
 - ◆ Tension secondaire : 400/220 V ;
 - ◆ Taux Ucc : 4%
 - ◆ Courant secondaire : 578 A ;
 - ◆ Connexions : Dyn11 ;
 - ◆ Refroidissement : ONAN ;
 - ◆ Masse : 1400 kg
 - ◆ Matricules : 6448 – 6449.

- c. tableau de commande et de protection des électropompes :
- ◆ Un câble, du type RG R0R/0.6-1 kV et de section $4 \times 3 \times 95 + 2 \times 95$ mm² alimente le tableau de commande et de protection des électropompes ainsi que les auxiliaires.
- Ce tableau permet le fonctionnement automatique ou manuel des pompes. Il contient :
- ◆ Une cellule des transformateurs auxiliaires qui assure à la fois la transformation de la tension et l'isolation galvanique. Ces transformateurs, de caractéristiques 380/110V – 1000 VA et 380/24 V – 50 VA, alimentent les équipements de surveillance FLYGT. ;
 - ◆ Deux cellules d'arrivées protégées par disjoncteur tétra polaire, de type débrochable, de calibre 800 A, réglable à 630 A et de courant e court circuit de 30 kA ;
 - ◆ Six cellules de commande des électropompes (P1 à P6) de puissance unitaire 55 kW avec un démarrage du type étoile triangle ;
 - ◆ Une cellule du commutateur de séquence de type « COMELECTRIC » pour le choix de l'ordre de démarrage des groupes lors du fonctionnement automatique ;
 - ◆ Une cellule des auxiliaires protégée par un disjoncteur tétra polaire, de calibre 100 A, de courant de court circuit de 80 A et de type LN100 ;
 - ◆ Des batteries de condensateurs placées sur la façade arrière du tableau pour l'amélioration du facteur de puissance.
- d. Pont roulant : La station est aussi équipée d'un pont roulant avec grue du type à double poutre. Les caractéristiques de ce dispositif sont les suivantes :
- ◆ Capacité : 3.2 tonnes ;
 - ◆ Largeur : 8.5 m ;
 - ◆ Largeur utile : 7.1 m ;
 - ◆ Hauteur maximale de soulèvement : 14 m ;
 - ◆ Vitesse de soulèvement : 5 m / mn ;
 - ◆ Puissance du moteur de soulèvement : 4 kW ;
 - ◆ Vitesse de roulement du chariot : 20 m / mn ;
 - ◆ Puissance du moteur de roulement du chariot : 0.25 kW ;
 - ◆ Vitesse de translation du pont : de 10 à 40 m / mn ;
 - ◆ Puissance moteur de translation : 2x 0.75 kW ;
 - ◆ Alimentation en énergie électrique des moteurs : 380 V - 50 HZ ;
 - ◆ Alimentation en énergie électrique des auxiliaires : 380 V - 50 HZ ;
 - ◆ Masse totale : 7100 kg

14.3 DIAGNOSTIC

14.3.1 Génie Civil

La station du PPG II souffre de :

- manque de pérennité du niveau minimum + 6,0 m pour garantir l'alimentation en eau requise pour la chambre des machines. La station de relèvement par pompage du fleuve vers le Gorgol, installée au PPG I, implique un double pompage pour faire arriver l'eau au niveau des parcelles paysannes,
- le non aménagement du seuil à l'amont de la station de pompage, fait que la quantité d'eau pompée pour relèvement est importante,
- un tassement des sols d'assise des murs supports de la fin de course du palan, a engendré le tassement et la fissuration de ces murs au point que le palan est déraillé et le repositionnement et la reprise du génie civil à ces endroits constituent une contrainte majeure. Toute manipulation de remontage ou de descente d'une des pompes, exige un déplacement d'une grue de Nouakchott à Kaédi (410 km environ),
- les pompes d'irrigation manquent de suivi et de révision de routine même de moyenne durée ; elles vont sûrement subir le même sort que celles du PPG I,
- le drainage souffre de la rupture des joints d'étanchéité des clapets anti-retour. Le réseau est rempli à 60% depuis que le Gorgol est monté à + 7,0 m IGN,
- les armoires électriques sont exposées aux chaleurs excessives faute de climatisation,
- les bâtiments sont fissurés, bien qu'ils soient récents et exécutés avec du béton de qualité, à cause des tassements et des vibrations des machines (pompes et groupes électrogènes),
- le bassin d'irrigation compartimenté par la mise en place d'une diguette intermédiaire est devenu très pratique parce qu'au lieu de remplir un bassin de 35 ha jusqu'à la côte de gestion des équipements, on fonctionne si on veut avec un sous bassin réduit de 4 ha avec un TN plus élevé et plus homogène du point de vue planimétrie qui permet donc, avec moins d'heures de pompage, de retrouver la même cote de gestion. Cette diguette, très pratique, est érodée et insuffisamment protégée à tel point que la campagne 2006 a dû être arrêtée pendant 5 jours à cause d'un renard dans la diguette intermédiaire.

14.3.2 Équipements

14.3.2.1 Pompes d'irrigation du PPG 2

Les pompes sont de façon générale en bon état néanmoins il y a lieu de relever les imperfections suivantes :

- Une pompe est présentement en panne et sortie de sa loge pour réparation (elle est en rebobinage à Nouakchott);
- Les électropompes n'ont jamais été sorties de leurs loges pour entretien préventif depuis 1997 ;
- Il manque les pièces détachées pour les différents entretiens ainsi que l'outillage nécessaire et les appareils de mesures pour les éventuelles interventions.

Loge d'une électropompe



14.3.2.2 Groupes électrogènes

- Seul un seul groupe électrogène fonctionne ; le second est en panne depuis plus de deux ans (il s'agit d'une fuite au niveau de la pompe à eau);
- Il manque les pièces détachées pour les différents entretiens ainsi que l'outillage nécessaire et les appareils de mesures pour les éventuelles interventions.

Vue avant du groupe électrogène en panne



14.3.2.3 Équipements électriques

A. ARMOIRE MT :

Le réseau MT n'étant pas encore arrivé au PPG2, cette armoire installée depuis 1994 n'est pas encore utilisée et est à l'état neuf mais nécessite un dépoussiérage complet.

B. TRANSFORMATEURS MT/BT :

Le réseau MT n'étant pas encore arrivé au PPG2, ces deux transformateurs installés depuis 1994 ne sont pas encore utilisés et sont à l'état neuf mais nécessitent un dépoussiérage complet.

C. TABLEAU DE COMMANDE ET DE PROTECTION DES ÉLECTROPOMPES :

- Une des six cellules de commande des électropompes est complètement hors d'usage et puisque la pompe qu'elle gère est hors service, elle sert de dépannage pour les autres cellules et est en ce moment défigurée ;
- La cellule de commande de l'électropompe P5 a un contacteur changé par un autre d'un ampérage plus petit et de marque différente (ABB) ;
- Local servant à abriter le tableau de commande et de protection des électropompes très chaud et exigu.

Cellule défigurée pour dépanner les autres cellules



Module complet de commande d'une cellule



Contacteur changé d'une cellule par un autre de marque ABB



- La partie inférieure de l'armoire est complètement envahie par l'eau (les câbles y sont complètement noyés) ; cette situation est due à la défection de l'étanchéité du regard électrique extérieur

Vue inférieure l'armoire (câbles noyés dans l'eau)



Vue d'une boîte à l'intérieur du regard externe (câbles noyés dans l'eau)



Vue des câbles à l'intérieur du regard externe (câbles noyés dans l'eau)



D. PONT ROULANT

- la translation du pont est actuellement bloquée car les supports des rails se sont affaissés à l'extrémité sud-ouest.
- Il manque les pièces détachées pour les différents entretiens ainsi que l'outillage nécessaire et les appareils de mesures pour les éventuelles interventions.
- Les différents moteurs n'ont jamais été entretenus ainsi que les rails.

Vue du pont roulant



14.4 AVANT PROJET SOMMAIRE

14.4.1 Génie civil

Ici, il conviendra de :

- :
 - ◆ réparer le palan par repositionnement (reprise du génie civil, terrassement et BA, réparation ou changement du rail),
 - ◆ réparer les fissures sur le bâtiment central,
 - ◆ réparer ou remplacer le joint anti-retour de la vanne de drainage,
 - ◆ curer le bassin de drainage et protéger les talus par de l'énrochement,
 - ◆ re-profiler la diguette intermédiaire du bassin d'irrigation et revêtir la crête et les talus amont / aval par du tout venant rocheux,
- Réparer les fissures dans les bâtiments industriels
- Procéder à la protection de la diguette intermédiaire du grand bassin d'irrigation par un énrochement rocheux par énrobage des talus et de la crête de 30 cm d'épaisseur avec le même matériau de la carrière utilisée pour la grande digue PPG II
- Mettre 200 m² de bidim sous l'énrochement des 25 premiers mètres avoisinants l'ouvrage de raccordement du petit avec le grand bassin du PPG II

N.B : Pour mieux optimiser la station de relèvement du plan d'eau dans le Gorgol, la construction du seuil dans cet affluent du fleuve Sénégal est nécessaire.

14.4.2 Équipements

14.4.2.1 Pompes d'irrigation du PPG II

- Changer l'électropompe immergée présentement en panne en respectant scrupuleusement toutes les caractéristiques de celles existantes.
- Procéder à l'entretien complet de toutes les 5 électropompes restantes en changeant tous les accessoires défectueux et en faisant appel à un prestataire choisi sur la base de ses compétences et son expérience en la matière ;
- Acheter un lot complet de pièces de rechange et accessoires de première nécessité pour les pompes avec un jeu d'outillage approprié ;
- Acheter les appareils de mesures et des outils pour permettre aux techniciens locaux d'intervenir au besoin.

14.4.2.2 Groupes électrogènes

- Procéder à la réparation du groupe électrogène immergée présentement en panne en changeant tous les accessoires défectueux et en faisant appel à un prestataire choisi sur la base de ses compétences et son expérience en la matière ;
- Procéder à l'entretien complet des deux groupes électrogènes en changeant tous les accessoires défectueux et en faisant appel à un prestataire choisi sur la base de ses compétences et son expérience en la matière ;
- Acheter un lot complet de pièces de rechange et accessoires de première nécessité pour les groupes électrogènes avec un jeu d'outillage approprié ;
- Acheter les appareils de mesures et des outils pour permettre aux techniciens locaux d'intervenir au besoin.

14.4.2.3 Équipements électriques

a. et b. Procéder à l'alimentation de la station à partir du réseau de la SOMELEC à Kaédi à coté de la station du PPG1 . Ceci nécessite les équipements de réseau suivants :

- 45 km de câble nu en Almélec de section 54.6mm²
- 173 poteaux bois de 12m
- 15 poteaux métalliques HEA 220 de 12m
- 10 poteaux métalliques HEA 200 de 12m
- 6 poteaux métalliques HEA 240 de 12m
- 173 nappes voûtes suspendues complètes avec accessoires de fixation
- 30 traversées d'ancrage double complètes avec accessoires de fixation
- 1 traversée d'ancrage simple double complète avec accessoires de fixation
- 60 m de câble MT souterrain 3x95 mm² Alu avec têtes de câbles et accessoires de fixation
- Accessoires de fixation du matériel existant à la ligne MT nouvelle

c. tableau de commande et de protection des électropompes :

- Réparer la cellule défectueuse en changeant toutes les pièces enlevées par d'autres de même type ou équivalent ;
- Changer le contacteur de la cellule de commande P5 par un autre de mêmes caractéristiques que ceux des autres cellules ;
- Pomper toute l'eau se trouvant au dessous des armoires et dans le regard externe et procéder à assurer l'étanchéité pour éviter à ce phénomène dangereux de se reproduire. Il faut ensuite mesurer les isollements de tous les câbles de puissance.

d. Pont roulant

- Procéder à l'entretien complet des moteurs du pont roulant en changeant tous les accessoires défectueux et en faisant appel à un prestataire choisi sur la base de ses compétences et son expérience en la matière ;
- Acheter un lot complet de pièces de rechange et accessoires de première nécessité pour le pont roulant avec un jeu d'outillage approprié ;
- Acheter les appareils de mesures et des outils pour permettre aux techniciens locaux d'intervenir au besoin.

14.4.3 Détail quantitatif et estimatif

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant (en UM):

Génie Civil		12 850 000
Équipements		202 000 000
Total		214 850 000

14.5 ANALYSE COÛTS - AVANTAGES

Bien que la mise en place de cette station de pompage et, par conséquent, le nombre d'années de service, soit bien plus récente que la station desservant le PPG 1, le montant des investissements nécessaires en vue d'une remise en état de la station de pompage s'élève à **214 850 000 UM** dont 12.850.000 UM réservés aux travaux de génie civil et de terrassement 202 000 .000 UM aux équipements électromécaniques et électriques.

Toutefois, aussi bien les travaux de génie civil et de terrassement au niveau du bâtiment abritant les équipements et à celui du bassin de drainage (curage et reprofilage des talus et diguettes) que les équipements à renouveler (1 électropompe à remplacer et les 5 autres à réviser, 1 groupe électrogène à réparer ou à remplacer et les 5 autres à réviser) sont nettement moins onéreux qu'au niveau de la station de pompage du PPG 1.

La station de pompage du PPG 2 n'étant pas encore reliée au réseau public (Somelec) d'alimentation en électricité mis en service à Kaédi depuis la fourniture d'électricité par la centrale hydro-électrique du barrage de Manantali, il est vivement recommandé de procéder dans le cadre de cette réhabilitation au branchement de la station de pompage du PPG 2 sur le réseau Somelec en réalisant une ligne MT d'environ 10 km reliant cette station de pompage au relais Somelec situé à côté de la station de pompage du PPG 1 (fourniture et pose des poteaux, câbles et accessoires suivant la description technique figurant dans le dossier APS).

Les travaux de réhabilitation (génie civil et terrassements) s'imposent indépendamment du branchement effectif sur le réseau public proposé ou non. Le remplacement (très léger, deux unités sur douze) et la révision des équipements électromécaniques se justifient également en cas de branchement au réseau public (alimentation de secours).

Les avantages de la réhabilitation / révision de la station de pompage du PPG 2 auront des effets bénéfiques sur l'exploitation du périmètre identiques à ceux cités au niveau du PPG 1 : économie d'eau et d'énergie, meilleure maîtrise de l'irrigation et de l'approvisionnement régulier en eau des cultures pratiquées sur ce périmètre de 1.188 ha, diminution des coûts d'exploitation et augmentation des rendements grâce à une irrigation plus efficace, accroissement du bénéfice des exploitants, diminution du risque de perte de récolte suite à des dysfonctionnements graves de la station de pompage. Cependant, là encore comme au niveau du PPG 1, les avantages sont difficiles sinon impossibles à chiffrer. Néanmoins, vu la taille du périmètre et le nombre d'exploitants desservis par la station, un accroissement de seulement quelques kilogrammes à l'hectare représente déjà des tonnages importants au niveau du périmètre dans son ensemble.

14.6 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Au niveau de la station du PPG 2, les impacts environnementaux positifs se confondent également avec les avantages économiques. La maîtrise de l'irrigation limite les risques d'impacts négatifs sur l'environnement (submersion prolongée des sols, effets négatifs sur la structure des sols comme l'asphyxie, développement des adventices notamment de celles comme le typha favorisées par les eaux stagnantes, de même que des maladies hydriques), car l'eau ne sera apportée aux cultures qu'au moment opportun et dans les quantités vraiment requises.

La réhabilitation de la station n'apportant aucune innovation (exemple nouveau type d'équipements) par rapport à la situation initiale, aucun impact négatif nouveau n'est à craindre. Quant au branchement électrique de la station sur le réseau public, son impact sur l'environnement sera plutôt positif : diminution de la pollution de l'air et des dérangements sonores / bruits en cas d'arrêt des moteurs thermiques et alimentation des pompes en électricité au départ de la ligne MT à installer. Toutefois, concernant cette dernière, l'implantation de son tracé nécessite une étude sérieuse en phase APD afin de pouvoir exclure tout risque et tout impact négatif possible au niveau des zones d'habitation et de culture éventuellement traversées. En cas de risque, des mesures de protection et d'atténuation des risques seront alors à prévoir.

15. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE BELLARA

15.1 CONTEXTE

Elle est implantée à 25 m sur la berge du marigot DIALLO qui passe devant la localité de Keur Macène, chef-lieu de la moughataa du même nom dans la région du Trarza, à l'Ouest de Rosso. Le périmètre est implanté dans le voisinage immédiat du Parc National de DIAWLING.

Elle repose sur le terrain naturel qui est très plat.

Le périmètre de Bellara se situe dans le delta du fleuve Sénégal à proximité de la localité de Keur Macène.

Le périmètre est limité au sud par l'endiguement rive droite du Fleuve Sénégal, au Nord par le marigot Diallo, à l'Est par la digue reliant Keur Macène à Rosso et l'Ouest par un périmètre privé.

Le périmètre est accessible en toute période par la digue de protection construite par l'OMVS en rive droite du fleuve Sénégal.

La zone aménagée est limitée par une digue de ceinture protégeant le périmètre contre les inondations du marigot Diallo.

Elle couvre une superficie brute aménagée de 346,24 Ha soit une surface nette de 262,71 Ha.

Description des infrastructures existantes

L'infrastructure hydraulique réalisée depuis 1999, est composée d'une station de pompage sur le Marigot Diallo, des canaux d'irrigation et d'un réseau de drainage équipé d'une station de pompage vers le Sénégal. L'aménagement comprend aussi une digue de protection et un réseau de pistes.

15.2 SITUATION INITIALE ET DIAGNOSTIC

15.2.1 Situation initiale

15.2.1.1 Génie civil

La station de pompage de BELLARA est composée de :

- un ouvrage hydraulique de type pont dalot à 2 pertuis de 2 m x 3 m dont le plancher supérieur est compartimenté de l'amont vers l'aval par un entonnement ceinturé par 2 murs de rives en pente de 35 cm d'épaisseur,
- une plate-forme de 1,5 m de largeur pour permettre au gestionnaire de passer d'une rive de l'ouvrage à l'autre et, surtout, d'accéder aux pompes en cas d'intervention,
- une chambre de scellement des pompes sert de support pour les 4 pompes immergées,
- une grille verticale en barres de fer 16, espacées de 10 cm, permet de bloquer tous les corps flottant de dimensions supérieures à 10 cm et d'entrer dans la chambre des pompes,
- un bassin puisard en aplomb avec la position des pompes, joue office de bêche de prise ou de prélèvement d'eau,
- une autre plate-forme de 2 m de largeur protégée par des gardes corps permet de visiter l'autre coté des pompes. La disposition des gardes corps fait que ce passage n'est utilisable que par les gestionnaires ou utilisateurs concernés ; un curieux ne peut pas prendre le risque de prendre ce chemin barré,
- une section d'entonnement prolongée par des murs en aile, permet la mise en place des batardeaux sur l'ouvrage pour d'éventuelles interventions,
- un abri groupe de 3 m x 4 m couvert en bac aluminium, est dégradé au pied des murs par le lessivage des vents salés,
- des armoires électriques sont fixées sur les murs où des câbles de raccordement avec les pompes arrivent dans le désordre.

15.2.1.2 Équipements

Cette station est équipée de :

- 4 pompes immergées dont une en panne,
- 2 groupes électrogènes pour l'irrigation et le drainage où ce dernier a été déplacé pour venir au secours de l'irrigation en période de pointe pénalisée par la panne du premier groupe,
- une grille de protection,
- des batardeaux de gestion.

A. STATION DE POMPAGE (IRRIGATION)

L'alimentation du périmètre se fait par pompage à partir du Diallo via un chenal d'alimentation.

Le chenal d'alimentation alimente une bêche en béton armé dans laquelle 4 électropompes immergées refoulent chacune un débit de pointe de 200 l/s avec une HMT de 3 m environ soit un débit cumulé de 800 l/s.

Ces électropompes de fabricant ITT FLYGT ont les caractéristiques relevées suivantes :

- Puissance unitaire : 8.8kW ;
- Facteur de puissance : 0.87 ;
- Vitesse de rotation : 995tr/mn ;
- Tensions d'alimentation : 690 / 400V ;
- Intensités absorbées : 10 /18A ;
- Nature du courant : Alternatif triphasé ;
- Fréquence : 50 Hz ;
- Masse : 250kg

Elles servent à l'irrigation des parcelles de Bellara et sont alimentées par un groupe électrogène dont les caractéristiques suivantes sont relevées :

- Assembleur : SDMO
- Moteur : Cummins
 - ◆ Date de fabrication : 25/03/98 en Grande Bretagne par Cummins Engine
 - ◆ N° de série : 21303337
 - ◆ Type : 6BT 5.9.63 (6 cylindres)
 - ◆ Puissance du moteur : 120 CV à 1500tr/mn
- Pompe injection : STANDYNE fabriquée aux USA
 - ◆ Modèle : L7 DB 4627-5338
 - ◆ N° de série : 8933394
- Alternateur : Bosch
 - ◆ Modèle : K1 14volts
- Démarreur : Delco Remy 12volts
 - ◆ N° de série : 98R03
- Générateur : CE
 - ◆ Type : A44-1 L 6A06/4
 - ◆ N° de série : FC O88090/04 du 03/98
 - ◆ Tension : 400 volts
 - ◆ Puissance continue apparente : 90 kVA ;
 - ◆ Puissance active : 72kW

- ◆ Facteur de puissance : 0.8
- ◆ Alimentation : Alternatif triphasé
- ◆ Fréquence : 50 Hz
- ◆ Vitesse de rotation : 1500 tr/mn

Le groupe est commandé par une armoire solidaire du groupe composée de :

- un voltmètre gradué de 0 à 500V ;
- un fréquencemètre gradué de 0 à 65Hz ;
- un ampèremètre gradué de 0 à 200A avec transformateur d'intensité 200/5A ;
- un tachymètre gradué de 1350 à 1950 tr/mn ;
- un compteur horaire ;
- un contacteur de démarrage ;
- un bouton d'arrêt d'urgence ;
- un indicateur de graissage d'huile moteur ;
- un indicateur de température moteur ;
- un bouton de tarage de tension ;
- un bouton de tarage d'intensité.

Cette station est aussi composée d'une armoire électrique de commande et de protection des pompes de type A44-1 de courant $I=160A$ et de courant de court-circuit $ICC=6kA$ pour une tension de service de 400V, une fréquence de 50Hz et une tension de contrôle de 24V AC.

Sur la face avant de cette armoire se trouve :

- 1 voyant blanc indiquant que l'armoire est sous tension ;
- 4 voyants rouges indiquant les défauts thermiques des pompes ;
- 4 voyants verts indiquant la marche des pompes ;
- 4 commutateurs à 3 positions chacun pour sélectionner soit l'arrêt, soit la marche manuelle, soit la marche automatique des pompes ;
- 4 boites à bouton-poussoirs « Marche-Arrêt » pour la commande manuelle des pompes.

Des câbles de liaison entre les différents organes électriques sont posés :

- Liaison Groupe Armoire : Câble U1000 RO2V 4x16mm² Cuivre ;
- Liaison Armoire Boite de dérivation : Fil HO7 VK 4x1x4mm² Cu avec Câble HO7 RNF 3x1.5mm²Cu ;
- Liaison Boite de dérivation Pompe : Câble U1000 RO2V 4x4+2x1.5mm² Cuivre ;

B. STATION DE DRAINAGE

Le réseau de drainage a été conçu de manière à évacuer les eaux des parcelles dans les drains tertiaires. Ces eaux sont reprises par les drains secondaires qui se déversent dans le drain principal où les eaux sont évacuées hors du périmètre par pompage (station d'exhaure) Cette station d'exhaure est constituée d'un groupe électrogène de marque SDMO de 60kVA ; d'une pompe immergée identique à celles installées au niveau de la station d'irrigation.

Les caractéristiques du groupe sont :

- Assembleur : SDMO
- Moteur : Cummins
 - ◆ Date de fabrication : 10/09/97 en Grande Bretagne par Cummins Engine
 - ◆ N° de série : 21280961
 - ◆ Type : 4BT 3.9.G2 (4cylindres)
- Alternateur : Bosch
 - ◆ Modèle : K1 12volts
 - ◆ N° de série : 0120488205
- Démarreur : Delco Remy 12volts
 - ◆ N° de série : 98C27
- Générateur : CE
 - ◆ Type : A44-1 S 1 A 6/4
 - ◆ N° de série : FC O88401/08 du 04/98
 - ◆ Tension : 400 volts
 - ◆ Puissance continue apparente : 60 kVA ;
 - ◆ Puissance active : 48kW
 - ◆ Facteur de puissance : 0.8
 - ◆ Alimentation : Alternatif triphasé
 - ◆ Fréquence : 50 Hz
 - ◆ Vitesse de rotation : 1500 tr/mn

Le groupe est commandé par un armoire solidaire du groupe composée de :

- un voltmètre gradué de 0 à 500V ;
- un ampèremètre gradué de 0 à 200A avec transformateur d'intensité 200/5A ;
- un fréquencemètre gradué de 0 à 65Hz ;
- un tachymètre gradué de 1350 à 1950 tr/mn ;
- un compteur horaire ;
- un contacteur de démarrage ;
- un bouton d'arrêt d'urgence ;
- un indicateur de graissage d'huile moteur ;

- un indicateur de température moteur ;
- un bouton de tarage de tension ;
- un bouton de tarage d'intensité.

Cette station est aussi composée d'une armoire électrique de commande et de protection des pompes de type A44-1 de courant $I=100A$ et de courant e court-circuit $ICC=6kA$ pour une tension de service de 400V, une fréquence de 50Hz et une tension de contrôle de 24V AC.

Sur la face avant de cette armoire se trouve :

- 1 voyant blanc indiquant que l'armoire est sous tension ;
- 1 voyant rouge indiquant le défaut thermique de la pompe ;
- 1 voyant vert indiquant la marche de la pompe ;
- 1 commutateur à 3 positions pour sélectionner soit l'arrêt, soit la marche manuelle, soit la marche automatique de la pompe ;
- 1 boîte à bouton-poussoir « Marche-Arrêt » pour la commande manuelle de la pompe.

Des câbles de liaison entre les différents organes électriques sont posés :

- Liaison Groupe Armoire : Câble U1000 RO2V 4x16mm² Cuivre ;
- Liaison Armoire Boite de dérivation : Fil HO7 VK 4x1x4mm² Cu avec Câble HO7 RNF 3x1.5mm²Cu ;
- Liaison Boite de dérivation Pompe : Câble U1000 RO2V 4x4+2x1.5mm² Cuivre ;

15.2.2 Diagnostic

15.2.2.1 Génie Civil

Les contraintes relevées sont les suivantes :

- le chenal d'amenée est envahi par les mauvaises herbes qui peuvent atterrir dans les pompes parce que la grille de protection mise en place est une grille classique de barres 14, disposées verticalement avec un écartement de 10 cm,
- des affouillements existent à l'aval de la station, au départ du canal principal. Les paysans ont mis des sacs remplis de terre pour atténuer l'effet du ravinement,
- l'abri du groupe est attaqué par les remontées salines et les vents humides et chargés de sel du delta, au point que les deux premières rangées sont transformées et ressemblent à un mur en claustras. Les briques normalement pleines sont trouées ou ajourées. Le local est petit et non aéré,
- le groupe électrogène, seule source actuelle d'alimentation des pompes en électricité, est en panne,

- le petit groupe de la station d'exhaure a été utilisé pour alimenter la station dans la perspective de sauver une campagne en cours, mais il est également tombé en panne et 55 ha n'ont pas été récoltés parce que le petit groupe ne pouvait faire tourner que 2 pompes sur 4 et, finalement, il a péri sous l'effet de la sur utilisation. En conclusion, une insécurité en matière d'énergie existe sur ce périmètre,
- le grand groupe a péri parce qu'il arrivait qu'il fasse une campagne entière sans changer de filtre à huile (on se contentait de le laver, de le souffler et de le remettre dans le moteur), donc un problème très sérieux de formation existe au niveau de cette coopérative,

15.2.2.2 Équipements

Au moment de la visite la station est composée de :

15.2.2.2.1 Station d'irrigation

A. GROUPE ÉLECTROGÈNE :

Le groupe électrogène trouvé sur le site est celui décrit précédemment.

Il a une puissance de 90kVA ; avec 6 cylindres ; il est présentement en cours de réparation mécanique par un mécanicien déplacé de Rosso par l'union des coopératives agricoles.

Le constat sur l'état du moteur est le suivant :

- Fuite d'huile sur les paliers avant et arrière ;
- Refoulement d'huile par le reniflard et l'échappement ;
- Consommation excessive d'huile : 40l/jour ;
- Fuite d'eau au niveau d'une des durites du radiateur ;
- Défection de la pompe d'alimentation ;
- Radiateur bouché et ailettes de refroidissement obturées.



B. ARMOIRE DE GESTION DES POMPES

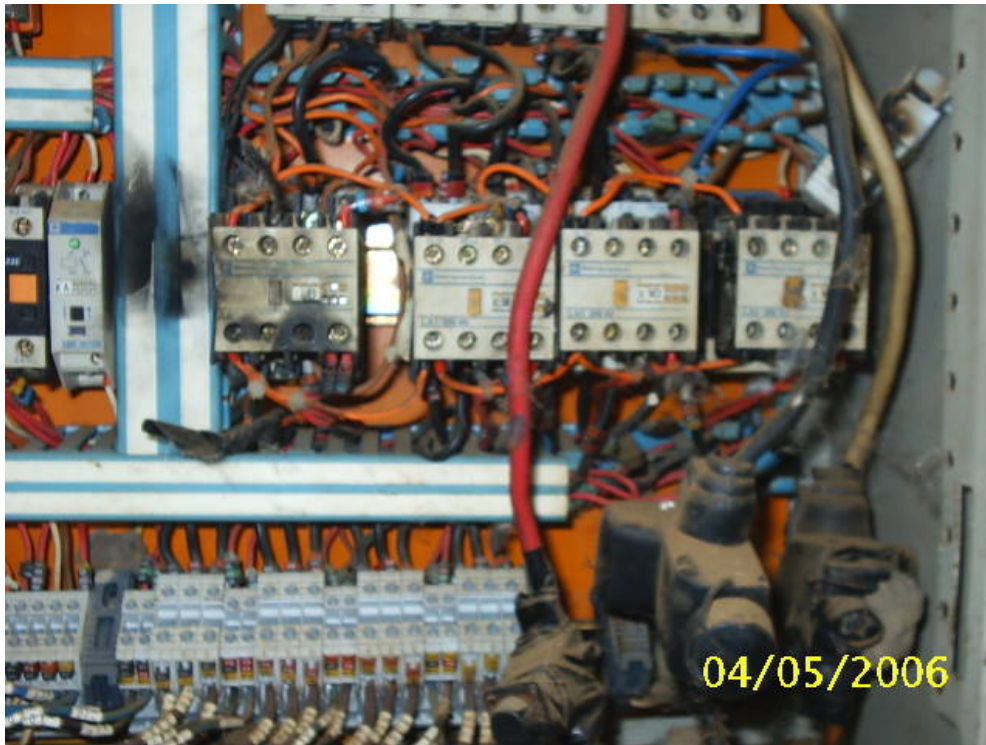
Une armoire de protection, de commande et de régulation des pompes qui se trouve présentement dans un état de désordre électrique tel que qu'il ne saurait plus assurer de façon efficace les fonctions de protection et de contrôle (les fusibles, les relais de régulation et les poires sont shuntés, un contacteur brûlé, et...).

Ne disposant pas d'électricité au moment de la visite, les organes visiblement non affectés n'ont pas été testés mais d'après les témoignages des responsables des coopératives et du technicien électricien chargé de la maintenance curative depuis l'installation de la station, l'armoire n'assurait plus que le fonctionnement manuel des pompes de façon difficile.

Ces pompes fonctionneraient correctement et n'ont aucun problème apparent.

Il manque le schéma développé de l'armoire ; les interventions consistent à bricoler la plupart du temps en procédant à des shunts de composants défectueux.





C. POMPES IMMERGÉES :

Ne disposant pas d'électricité au moment de la visite, les pompes encore immergées n'ont pas été testées mais d'après les témoignages des responsables des coopératives et du technicien électricien chargé de la maintenance curative depuis l'installation de la station, les pompes fonctionnent correctement et n'ont aucun problème apparent malgré le fait que depuis leur installation (1998) à ce jour, elles n'ont jamais fait l'objet du moindre entretien ; une seule pompe est sortie de sa loge pour remplacer celle de drainage hors d'usage.

Il manque une pompe qui a été enlevée

Les essais effectués ont consisté à :

- mesurer les inductifs des moteurs par ohmmètre donnant une même valeur : 1.6 ohm (ce qui est correct).
- mesurer l'isolement des câbles par mégohmmètre : supérieur à 20 méga ohms.





D. ACCESSOIRES EXTERNES :

- *Canalisation* : La protection des fils et câbles entre la boîte de dérivation externe et les pompes assurée par du tube ICTA gris annelé est complètement obsolète car elle a été rongée par le soleil ;
- Boîte de dérivation : Elle est complètement cassée et n'est plus étanche ;
- Poires de détection du niveau d'eau : complètement défectueux et hors d'usage ;
- Loges des pompes : Trois des quatre pompes ont des loges sans couvercle ; ces loges commencent à être attaquées par la rouille ;
- Bouches de refoulement : Attaques sérieuses de la rouille ;
- Chaînes de retenue : Servant à la manutention des pompes, elles sont sérieusement attaquées par la rouille.



15.2.2.2.2 Station de drainage

Au moment de la visite la station est composée de :

A. GROUPE ÉLECTROGÈNE

Le groupe électrogène trouvé sur le site a été déplacé au niveau de la station d'irrigation et est celui décrit précédemment.

Il a une puissance de 60kVA ; avec 4 cylindres ; il est présentement en cours de réparation mécanique par un mécanicien déplacé de Rosso par l'union des coopératives agricoles.

Le constat sur l'état du moteur est le suivant :

- Fuite d'huile sur les paliers avant et arrière ;
- Refoulement d'huile par le reniflard et l'échappement ;
- Consommation excessive d'huile : 40l/jour ;
- Fuite d'eau au niveau d'une des durites du radiateur ;
- Défection de la pompe d'alimentation ;
- Radiateur bouché et ailettes de refroidissement obturées ;
- Actuellement déculassé pour réparations.



B. ARMOIRE DE GESTION DE LA POMPE :

L'armoire de protection, de commande et de régulation de la pompe de drainage qui a été changée par une autre fabriquée localement et ne répondant à aucune norme de sécurité admissible et qui se trouve présentement dans un état de désordre électrique tel que qu'il ne saurait plus assurer de façon efficace les fonctions de protection et de contrôle minimums.

Ne disposant pas d'électricité au moment de la visite, elle n'a pas pu être testée malgré son caractère inadmissible. Cette armoire n'assurait plus que le fonctionnement manuel de la pompe.

Il manque le schéma développé de l'armoire ; les interventions consistent à bricoler la plupart du temps en procédant à des shunts de composants défectueux.



C. POMPE IMMERGÉE :

Au moment de la visite, la pompe initialement prévue pour le drainage est hors d'usage et posée à l'extérieur (voir photo).

Vérification faite, cette pompe a le rotor complètement bloqué, les hélices cassées, la mesure des valeurs des résistances du bobinage indiquaient des disproportions telles que les intensités absorbées ne pouvaient pas être identiques.

Pour remédier à cette situation, les coopératives avaient utilisé une des électropompes d'irrigation pour pouvoir drainer et ce depuis la campagne de l'année passée.

Ne disposant pas d'électricité au moment de la visite, la pompe encore immergée n'a pas été testée mais d'après les témoignages des responsables des coopératives et du technicien électricien chargé de la maintenance curative depuis l'installation de la station, cette pompe fonctionne correctement et n'a aucun problème apparent malgré le fait que depuis son installation (1998) à ce jour, elle n'a jamais fait l'objet du moindre entretien.

Les essais effectués ont consisté à :

- mesurer les inductifs du moteur par ohmmètre donnant comme valeurs : 1.6 ohm entre U et V ; et une valeur supérieure à 4 méga ohms entre U et W et entre V et W (ce qui est incorrect).
- mesurer l'isolement des câbles par mégohmmètre : supérieur à 20 méga ohms.



D. ACCESSOIRES EXTERNES :

- *Canalisation* : La protection des câbles entre l'armoire électrique et les pompes est devenue inexistante ; les câbles en sont fortement affectés et par endroits assez blessés car la canalisation apparente a été rongée par le soleil ;
- *Poires de détection du niveau d'eau* : complètement enlevées donc shuntées ;
- *Loge de la pompe* : Elle est complètement attaquée par la rouille ;
- *Bouches de refoulement* : Attaques sérieuses de la rouille ;
- *Chaîne de retenue* : Servant à la manutention de la pompe, elle est sérieusement attaquée par la rouille.





15.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

15.3.1 Génie Civil

Il s'agira de :

- curer le chenal de 25 m à l'amont de la station et revêtir ce tronçon par du béton massif de 20 cm d'épaisseur, ceci pour réduire les risques d'introduction du typha dans les pompes
- prolonger l'aval de l'ouvrage par du béton massif sur 6 m avec 20 cm d'épaisseur,
- construire un escalier d'accès à l'intérieur du canal parce que les déplacements sur cette section sont très fréquents,
- reprendre les bâtiments abri des groupes d'irrigation et de drainage, enduire et poser une espèce de plaine en carreaux faïences de 25 x 25 cm de 50 cm de hauteur sur le périmètre total du bâtiment. Une peinture à l'eau à l'extérieur et une à l'huile à l'intérieur, pourra améliorer la résistance des surfaces extérieures au milieu agressif de l'atmosphère du delta,
- Curer le chenal d'amener sur 25 ml el bétonner section par du béton massif de 20 cm d'épaisseur
- Mettre en place une protection à l'aval de l'ouvrage de 6 m de longueur avec du béton massif avec des marches d'escalier pour accéder à l'eau.
- Révision de la partie métallique de l'ouvrage (garde corps, etc.)
- Reprise du bâtiment abri groupe.

15.3.2 Équipements

GROUPES ÉLECTROGÈNES :

Les solutions qui peuvent être envisagées sont :

- . Changer les groupes par deux autres neufs respectivement de 80kVA et 30 kVA, non capotés, non insonorisés avec armoires de démarrage solidaires des groupes.
- Ces groupes neufs doivent être livrés avec des pièces de rechange et d'entretien pour 5000heures de fonctionnement.

ARMOIRES DE GESTION DES POMPES :

- . Changer les armoires par d'autres neufs recâblés entièrement tenant compte de toutes les sécurités nécessaires avec les modes de marche Manuel et Automatique

POMPES IMMERGÉES :

Compte tenu de l'état des lieux une seule solution est offerte :

Acheter une pompe immergée ayant les mêmes caractéristiques que celles existantes, la placer au niveau de la station de drainage et remettre la pompe à sa place avec celles de l'irrigation.

ACCESSOIRES EXTERNES :

Compte tenu de l'état des lieux une seule solution est offerte :

Changer les accessoires défectueux par d'autres neufs à savoir :

- Changer la canalisation défectueuse des fils câbles entre la boîte de dérivation et les pompes par une qui peut faire face aux intempéries extérieures.
Le coût de la solution est évalué à QUATRE CENTS MILLE (400.000) ouguiyas
- b. changer la boîte de dérivation par une autre plus grande et ayant un indice de protection approprié.
Le coût de la solution est évalué à CENT MILLE (100.000) ouguiyas
- c. confectionner de nouveaux couvercles pour trois pompes en se basant sur celle existante.
Le coût de la solution est évalué à TROIS CENTS MILLE (300.000) ouguiyas
- d. traiter correctement toutes les rouilles apparentes se trouvant sur les carcasses métalliques et peindre ensuite.
Le coût de la solution est évalué à NEUF CENTS MILLE (900.000) ouguiyas
- f. changer les chaînes de retenue servant à la manutention des pompes par d'autres neuves identiques à celles existantes.
Le coût de la solution est évalué à QUATRE CENTS MILLE (400.000) ouguiyas

15.3.3 Détail quantitatif et estimatif

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant (en UM):

Génie Civil		10 469 600
Equipements		66 000 000
Total		76 469 600

15.4 ANALYSE COÛTS - AVANTAGES

La station de pompage du périmètre de Bellara, bien qu'elle ne soit en service que depuis moins de 10 ans, se trouve dans un état de dégradation relativement avancé et ceci essentiellement pour deux raisons :

- l'air marin (Bellara se situe à moins de 50 km à vol d'oiseau de l'Atlantique) de même que la nappe phréatique peu profonde et les sols relativement affectés par la salinité ont un effet corrosif aussi bien sur les constructions (fondations et murs du bâtiment d'exploitation de la station) que sur les équipements et notamment les pièces métalliques (rouille) ; de plus, la zone est particulièrement affectée par le typha sans parler des maladies hydriques et du paludisme en particulier ;
- les équipements électromécaniques semblent avoir bénéficié d'encore moins d'entretien régulier que sur les autres périmètres (exemple : périodicité de changement d'huile et fonctionnement des groupes électrogènes durant toute une campagne sans remplacer les filtres).

Ainsi, les investissements requis en vue de la réhabilitation de la station de pompage conformément aux recommandations de l'étude APS, s'élèvent à **76 469 .600 UM** dont 10.469.600 UM pour les travaux de génie civil et de terrassement et 66 000 .000 UM pour les équipements électromécaniques et électriques.

Comme au niveau des stations de pompage des deux périmètres de Kaédi, les investissements devraient se traduire par les avantages suivants : économie d'eau et d'énergie, meilleure maîtrise de l'irrigation et de l'approvisionnement régulier en eau des cultures pratiquées sur ce périmètre de 263 ha, diminution des coûts d'exploitation et augmentation des rendements grâce à une irrigation plus efficace, accroissement du bénéfice des exploitants. Dans le cas du périmètre de Bellara il convient de souligner, en particulier, la diminution du risque réel de perdre la récolte suite à des dysfonctionnements graves de la station de pompage (ou du moins sur une partie du périmètre) ainsi que les avantages qui découleront des mesures prises au niveau de la station de pompage pour lutter contre le typha (revêtement de la dernière section du canal d'amenée d'eau afin d'éloigner le typha des pompes afin d'éviter l'obstruction de celles-ci par les masses de typha en présence).

Cependant, là encore comme au niveau des deux périmètres de Kaédi, les avantages sont difficiles sinon impossibles à chiffrer. Néanmoins, vu le risque élevé de pannes graves dans la situation actuelle qui pourraient conduire rapidement à l'arrêt total de la station et de l'irrigation du périmètre et à la perte de toute une campagne agricole, les avantages de la réhabilitation sont indiscutables.

15.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Les travaux envisagés au niveau de la station de Bellara ne sont pas de nature à avoir des impacts négatifs sur l'environnement, puisqu'il s'agit d'une simple remise de la station en son état initial, sans introduction de matériel de type nouveau. Ils permettront, par contre, de sécuriser et d'améliorer l'irrigation du périmètre, ce qui aura des impacts sûrement positifs : l'eau ne sera apportée aux cultures qu'au moment choisi et dans les quantités requises. On diminuera ainsi les risques liés à une irrigation non maîtrisée dans ce milieu extrêmement menacé par la végétation aquatique, notamment le typha, et des maladies hydriques. Une irrigation bien conduite aura également un impact positif sur la salinité des sols qui dans cette partie du delta, constitue un problème réel.

Le remplacement de deux groupes électrogènes et d'une pompe immergée permettra d'affecter ces équipements, après récupération et réparation diligente, à la station d'exhaure du périmètre qui actuellement, est caractérisée par des problèmes de capacité. En effet, la station d'exhaure ne parvient pas à évacuer la totalité des eaux de drainage dans les délais requis. Il s'en suit qu'une partie du périmètre, près d'une centaine d'hectares, est mal drainée. Les rendements en paddy y sont nettement plus faibles que sur le reste du périmètre et la stagnation prolongée de l'eau accroît les impacts négatifs sur les sols, la propagation des adventices et du typha en particulier, le développement du paludisme, etc.

16. OUVRAGE : STATION DE POMPAGE DE R'KIZ

16.1 CONTEXTE

La station de drainage de R'Kiz est implantée à la limite Nord du périmètre de R'Kiz. Les eaux de drainage sont refoulées dans un bassin aménagé à la limite Ouest de la cuvette orientale de R'Kiz.

Elle est construite sur le terminal du drain principal du périmètre irrigué de R'Kiz. Un remblai homogène de 3 m de hauteur au dessus du TN lui permet de surplomber toute la zone.

Le périmètre de R'KIZ à la Wilaya de Trarza dont le chef lieu est la ville de Rosso. La zone de projet est à environ 8 km de la ville de Rkiz, laquelle est située à environ 250 km au sud-est de Nouakchott. L'accès au périmètre se fait à partir d'une piste réalisée dans le cadre du projet.

Le périmètre mis en eau depuis 1998, couvre une superficie nette de 870 ha.

Il est limité à l'est par une digue de protection, au sud par le périmètre pilote et une dépression, à l'ouest par le bord de la cuvette et au nord par le casier A de la zone de décrue.

Le réseau de drainage a été conçu de manière à évacuer les eaux des parcelles dans les drains tertiaires. Ces eaux sont reprises par les drains secondaires qui se déversent dans le drain principal où les eaux sont évacuées hors du périmètre par pompage (station d'exhaure).

16.2 SITUATION INITIALE ET DIAGNOSTIC

16.2.1 Situation initiale

16.2.1.1 Génie civil

Il s'agit d'une station simple composée de l'amont vers l'aval :

- d'un entonnoir d'entrée limité sur les deux rives par des murs en L prolongé par un tablier plat jouant office de passerelle, Des murs intermédiaires de 25 cm d'épaisseur, équipés de béton de mise en forme hydraulique adéquate ou béton parchal, créé 4 compartiments de pompe à hélice dont 3 seulement sont équipés et exploités. Une gaine de réserve pour la pompe de secours est non équipée sur place.

- d'une bache d'entrée, des pompes à hélice inclinées, est inclinée du côté de la cuvette orientale, en suivant géométriquement presque la même pente que la digue de protection du périmètre irrigué de 840 ha de R'Kiz.,
- en fin de pente dans le même alignement que la crête, une double dalle tablier sert de dalle plancher pour la chambre des machines de 4 m x 6 m en même temps d'une gaine de conduite de refoulement qui est en fin de course des pompes à hélice. Ce dispositif hydraulique très édifié est prolongé par une bache bassin de dissipation pour le refoulement à la cote -1.50 avec une profondeur de bache allant à -2.57 m,
- l'aspect extérieur est satisfaisant et les paysans ont sollicité la fourniture complète du quatrième poste (moteur et vis), la réparation de la pompe en panne ainsi que des mesures contre les noyades fréquentes des animaux,
- la toiture en bac aluminium est en bon état,
- un trou d'entrée de 0,60 m x 0,80 m surplombant une gaine de réserve pour la pompe de secours est visible de très loin et n'importe qui peut se poser la question où est passée la machine qui s'y trouvait ? En fait, elle devait être fournie comme dispositif de secours, mais ceci n'a pas été exécuté et la station a senti ce manquement depuis qu'une des pompes est tombée en panne. La salinité de la zone de R'Kiz et l'importance vérifiée du drainage dans un périmètre irrigué font que ce point doit trouver une solution rapide.

16.2.1.2 Équipement de la Station de pompage de R'Kiz

La station comprend :

- 3 vis d'Archimède dont une en panne et les 2 autres dans un état acceptable,
- 1 grille en fer de 16 inclinée,
- des batardeaux en nombre suffisant pour isoler les équipements des eaux de drainage,
- des gardes corps en tube qui surplombent la passerelle de visite des hélices des pompes.

La station d'exhaure de R'Kiz est équipée de 3 moteurs thermiques accouplés par courroies à trois turbines à vis d'Archimède.

Ces moteurs portent les informations suivantes :

- Marque : LISTER PETTER
- Nombre de cylindres : 2 cylindres.
- Refroidissement : par AIR
- Aspiration : par filtre à bain d'huile.
- Démarrage : manuel par manivelle
- N° de série du moteur 1 : 4700080TS2A001
- N° de série du moteur 2 : 4700081TS2A001
- N° de série du moteur 3 : 4700082TS2A001

- Carburant utilisé : GAS OIL
- Réserve de GAS OIL : 2 cuves de 1000L chacune (à raison de 1 cuve pour deux moteurs)

Chacun des moteurs entraîne une turbine à axe hélicoïdal fonctionnant en vis d'Archimède en remontant l'eau qui est rejetée vers une zone non exploitable présentement.

Ces turbines portent les informations suivantes :

- Marque : BROOK HANSEN
- Jonction : par réducteur de vitesse entre la vis et le moteur d'entraînement
- Dimensions de la vis d'Archimède : Diamètre 1m ; Longueur 5.12m
- Type : JKN 62C/25/1 IRL1
- N° de série de la turbine 1 : 1RJ 462/01/A
- N° de série de la turbine 2 : 1RJ 462/01/B
- N° de série de la turbine 3 : 1RJ 462/01/C

16.2.2 Diagnostic

16.2.2.1 Génie Civil

A ce niveau, les contraintes principales sont les suivantes :

- le drain principal est envahi par les typhas faucardés récemment, qui peuvent atterrir dans les pompes parce que la grille de protection mise en place est une grille classique de barres 14, disposées obliquement avec un écartement de 10 cm,
- le fossé de refoulement de plus de 2 m de profondeur, qui est à l'aval immédiat de l'exhaure, est devenu un site dangereux pour les animaux et les enfants des exploitants qui ont tendance à venir à cet endroit depuis que le périmètre irrigué a été clôturé,
- une pompe à hélice sur 3 dont les 2 autres sont dans un état moyen, est en panne,
- la pompe de secours dont la place a été aménagée depuis la construction de la station, n'a jamais été installée alors qu'elle est indispensable pour remplacer une des autres pompes qui sont justes suffisantes pour le débit requis.

16.2.2.2 Équipements

Au moment de la visite du site de la station d'exhaure de R'Kiz les constats suivants ont été faits :

- Il manque l'équipement complet du quatrième poste (moteur thermique et turbine) bien que les emplacements nécessaires étaient prévus (le ferrailage du socle du moteur est encore visible) ;
- L'une des trois pompes restantes a coulé et faute de pièces de rechanges à portée , elle est présentement déposée par terre dans la salle des machines (d'après le gestionnaire des coopératives, aucun des mécaniciens contactés n'a voulu s'aventurer dans la remise de nouvelles chemises avec les travaux accessoires ; il reste donc seulement deux pompes qui sont appelées à drainer toutes les eaux collectées , ce qui peut accélérer l'usure sans compter les périodes de contre saison qui commencent à être programmées.
- Les pièces de rechange font un grand défaut ; leur non disponibilisation sur le site est un facteur de déstabilisation sérieux.
- La vis d'Archimède du milieu est présentement mal fixée (la rotation de la vis provoque un bruit et un durcissement qui se répercute sur les courroies de transmission).







16.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

16.3.1 Génie civil

Il s'agira de :

- revêtir le drain principal sur 12 ml pour éloigner au mieux la section envahie par le typha à proximité des pompes soit 225.m² avec un déblai de 80 m³,
- taluter à 1/5 les berges du bassin de drainage pour atténuer les pertes d'animaux en périodes de retrait des eaux et revêtir le bassin par 20 cm de béton massif ou 30cm de perré maçonné,
- clôturer l'aire du bassin de refoulement des eaux de drainage sur un périmètre total de 200 ml,
- Talutage de la zone du bassin de dissipation des eaux refoulées pour le drainage et mise en place d'une couche de protection en béton massif de 20 cm d'épaisseur
- Mise en clôture sur 200 ml de l'aval de la station de drainage

16.3.2 Équipements

- Changer les trois moteurs actuels par d'autres de même type (thermiques).
- Fournir et poser avec toutes les sujétions un poste complet équipé de turbine par vis d'Archimède et moteurs thermique avec tous les accessoires nécessaires

Le coût de la solution est évaluée à QUATRE VINGT ET UN MILLIONS (81.000.000) ouguiyas.

16.3.3 Détail quantitatif et estimatif

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant (en UM):

Génie Civil		6 210 000
Équipements		81 000 000
Total		87 210 000

16.4 ANALYSE COÛTS - AVANTAGES

Le grand périmètre irrigué de R'Kiz (870 ha), implanté dans la zone intermédiaire entre les deux cuvettes occidentale et orientale de R'Kiz, est irrigué par gravité et ne dispose donc pas de station de pompage. Ainsi, c'est la station d'exhaure des eaux de drainage qui est visée par les propositions de réhabilitation. Les investissements requis s'élèvent à **87.210.000 UM** dont seulement une très faible partie (6.210.000 UM) destinée aux travaux de génie civil et de terrassement et le gros (81.000.000 UM) à la révision et au changement de certains équipements (changement des 3 moteurs desservant les pompes).

Les avantages qui découleront du remplacement de ces trois moteurs devront être rapidement visibles. En effet, à l'heure actuelle, une partie du périmètre est très mal drainée et les exploitants ne cessent de se plaindre de la chute spectaculaire des rendements en paddy. Ainsi, les parcelles concernées ne se laissent pas dessécher à la maturité des grains et la récolte s'effectue dans de conditions très difficiles. De plus, ce milieu marécageux a un impact certain sur la salinité qu'il convient de suivre de près dans les sols de R'Kiz. Enfin, les exploitants sont confrontés à l'enherbement des parcelles et à la propagation du typha qui profite de cet état marécageux.

En conséquence, les investissements devront se traduire rapidement par un accroissement des rendements, des quantités de paddy disponibles pour l'autoconsommation des ménages d'exploitants et même pour la commercialisation.

16.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Logiquement, la remise en état de la station n'aura aucun impact négatif sur l'environnement. Les nouveaux moteurs, probablement moins polluants que les anciens, ne modifieront en rien la situation initiale tout en permettant une maîtrise parfaite du drainage sur le périmètre. Tout au contraire, les impacts positifs se feront sentir rapidement grâce à la disparition d'un espace marécageux propice au développement des adventices et des maladies hydriques, notamment du paludisme, sans oublier les impacts positifs à moyen terme sur les sols et la salinité en particulier.

17. OUVRAGE : CUVETTE PPG2

17.1 CONTEXTE

Elle se situe dans le Périmètre Pilote du Gorgol n° 2 (PPG II), à mi parcours de la digue de protection appelée dans les documents techniques, digue Gorgol de l'endiguement général de ce périmètre. Celui-ci, qui est limitrophe au Périmètre Pilote n°1 (PPG I), est implanté à 10 km environ au Sud - Est de Kaédi, la capitale régionale du Gorgol.

La superficie de la cuvette est de 700 ha. Elle est suffisamment aménagée pour permettre une mise en eau correcte et rapide, mais le drainage et une série de problèmes liés à l'exploitation font que la cuvette n'a presque jamais été exploitée.

La cuvette du Gorgol (décrue contrôlée du PPG II) s'alimente à partir de la rivière Gorgol qui est régulée par les vannes de fermeture du pont de Kaédi. Cet ouvrage permet de remplir ou de vidanger tout le walo de Kaédi. Il joue donc un rôle capital sur la gestion du walo de Kaédi. La cuvette du Gorgol, isolée par endiguement, faisait partie intégrante de la grande plaine du Gorgol (de l'ordre de 50.000 ha). Cet ouvrage est particulièrement important pour le potentiel précédemment cité.

Dès que le niveau est suffisant dans le walo de Kaédi (cote 9.50 IGN), quatre (3) ouvrages vannés permettent de remplir la décrue contrôlée du PPG II. Ces ouvrages sont construits dans le corps de la grande digue de protection du PPG II. Une autonomie partielle de gestion existe sur cette décrue, mais elle est très liée à la gestion de la vanne de Kaédi qui régule le niveau amont.

Sans exception, les familles concernées sont pressées de pouvoir reprendre l'exploitation de leurs terres en décrue à laquelle ils ont dû renoncer au moment de l'aménagement du PPG II et qu'ils n'ont pas pu reprendre du fait des dysfonctionnements précités. Par ailleurs, les villages avoisinants comptent suffisamment de bras valides qui ne demanderaient pas mieux que de bénéficier d'une parcelle de culture de décrue.

17.2 SITUATION INITIALE ET DIAGNOSTIC

La cuvette du PPG II, après aménagement dans les années 1990, est une décrue contrôlée de 700 ha compartimentée par deux diguettes qui ont permis de former une zone de décrue contrôlée de 500 ha et une autre zone de 200 ha ayant subi un planage, appelée décrue contrôlée améliorée.

Le bassin de 500 ha constitue une décrue naturelle de la plaine du Gorgol qui entrant dans la logique de cette plaine qui se caractérise par une topographie haute sur les berges du Gorgol et qui descend en pente variable vers les bas fonds. Le fleuve Sénégal qui a la même tendance, donne des pentes se dirigeant des berges du fleuve vers la plaine. Les deux cours d'eau se faisant face sur un linéaire de 5 à 6 km, on a des cotes hautes du côté de l'affluent Gorgol descendant vers le Sud. Des points bas ou dépressions entrecoupent cette tendance tout en restant dans la même logique parce qu'elles s'approfondissent dans la même direction ; la pointe est obtenue au niveau du cordon dunaire de AWOINAT.

Cette mare au pied de la zone haute semble bizarre, mais la dune est venue sûrement s'installer dans la zone de changement de pente où le sol remonte pour avoir son maximum sur la rive du fleuve Sénégal. Un exutoire modifié par les aménagements du périmètre est perceptible sur les photos satellites prises avant aménagement et, par ailleurs, l'eau a reconstitué son chemin d'avant partout où c'était possible.

La décrue contrôlée améliorée, quant à elle, est homogène sauf au niveau d'un talweg de drainage qui relie les ouvrages de vidange dérivant les eaux de mise en crue vers la station de drainage PPG II.

CUVETTE DE DÉCRUE CONTRÔLÉE DU PPG II

La décrue contrôlée du PPG II, est devenue une petite forêt « classée » où des phacochères commencent à s'installer. La topographie n'a presque pas changée dans la planimétrie d'ensemble par rapport à la période d'avant aménagement. Les zones hautes et cinq (5) zones basses ont été conservées

AMÉNAGEMENT DE LA DÉCRUE CONTRÔLÉE DU PPG II :

Le périmètre de la décrue contrôlée du PPG II est composée de :

- un tronçon de la grande digue de protection du PPG II long de 6 km environ, calée à la cote 13,50 m IGN,
- une diguette de ceinture qui sépare la décrue de la partie rizicultivable ou diguette de décrue améliorée, longue de 3 120 ml, calée à la cote 9,2 m IGN. Elle est affectée par les intempéries des années qui ont suivi l'aménagement (8 années),

- une diguette de séparation entre la zone de décrue contrôlée améliorée et la zone de décrue contrôlée ou diguette intermédiaire est longue de 3 550 m avec une cote de remplissage de 9,80 m IGN. Cette diguette initialement trapézoïdale avec une largeur en crête de 3 m et des talus de 2/3, est très érodée et s'est transformée en une diguette qui a pris une nouvelle largeur de crête réduite par endroits à 60 cm avec un talus d'équilibre qui atteint parfois 1/5. Les tronçons qui font face aux vents dominants d'hivernage, se sont retrouvés avec toute la couche latéritique lessivée et le bidim déchiré. Cette diguette nécessite une intervention consistante autrement tous les efforts de drainage seront vains du fait que la diguette ne tiendra pas plus qu'une année ou deux.

La mise en eau de la décrue PPG II, se fait par :

- 1 ouvrage équipé de 2 vannes plates de 1 x 1,15 m alimente la décrue améliorée par le planage du casier de 200 ha,
- 2 ouvrages équipés chacun de 2 vannes plates de 1 x 1,15 m alimentent le casier de 500 ha de décrue contrôlée,
- ces ouvrages sont implantés dans la grande digue de protection calée à la cote 13,50 m IGN.

Le drainage se fait à partir :

- d'un dalot de section 1 x 1 m implanté dans la diguette intermédiaire séparant la zone améliorée de la zone contrôlée,
- ensuite à travers un dalot en buse ARMCO de diamètre 1000 mm sert d'exutoire pour ramener les eaux de la mise en crue dans le réseau de drainage principal,
- la vidange devait se faire à partir des vannes de prise, mais les besoins en eau du PPG II font que la vanne du pont du Gorgol est fermée à une cote qui ne permet pas le retrait dans ce sens d'écoulement, surtout si l'on veut respecter le calendrier de décrue qui cible de semer au début du mois d'Octobre.

DIAGNOSTIC

Cette cuvette est affectée par :

- un problème de drainage et de vidange à temps pour démarrer la campagne dans les délais imposés par le calendrier agricole de la décrue en Mauritanie,
- le corps des diguettes est très affecté (voir photos d'illustration et les levés topo),
- un milieu favorable aux déprédateurs des cultures (oiseaux et phacochères) a été créé à côté des 2.000 ha de riz suite à l'impossibilité d'exploiter les 700 ha de décrue, qui se sont transformés en une « forêt classée » au pied d'un aménagement

17.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

La réhabilitation proposée sera axée sur deux points principaux :

- concevoir un réseau de vidange viable cernant l'essentiel des contraintes répertoriées sur le plan de l'efficacité des cuvettes,
- essayer au mieux de conserver le découpage actuel des cuvettes afin de permettre de conserver les mêmes parcelles aux différents bénéficiaires,
- le réseau sera conçu de manière à résoudre l'ensemble des problèmes évoqués précédemment (réseaux de vidange, ouvrages hydrauliques, équipement et ouvrages annexes, bassins d'irrigation ou de drainage et vannes primaires),
- les équipements seront remis en un état de fonctionnement durable ou à neuf.

- a) Drainage des eaux de mise en crue

Les travaux concerneront en particulier :

- ◆ construire le drain DS1 qui part de la dépression N°5 de SEYENE, qui traverse la N° 4 qui continue jusqu'à la dépression N°3 où le drain sera croisé par le DS2 qui part de la dépression N°3,
- ◆ un drain principal DP1 partira de ce point pour longer la diguette de décrue contrôlée jusqu'à sa fin au niveau de la dépression de Awoinat. Il sera à fond plat avec une cote de départ de 7,28 m IGN,
- ◆ un re-profilage du talweg reliant la dépression N°4 avec l'ouvrage de la décrue contrôlée, sera exécuté pour garantir une récupération des poches d'eau éventuelles entre l'ouvrage et la dépression,
- ◆ un drain DS3 venant de la dépression N°2 récupérera les eaux de cette zone pour les ramener au croisement avec DP 1,
- ◆ un dalot vanné équipé d'un déversoir latéral en L, permettra de drainer ou de procéder à la mise en eau malgré l'aménagement d'un autre DP qui permettra de conduire l'eau vers la digue Sénégal du PPG II,
- ◆ un drain principal DP2 précédemment cité, acheminera ces eaux rassemblées à partir du point de croisement précédent, vers le terrain naturel hors périmètre qui conduit vers l'ouvrage de Guiraye,
- ◆ il faut noter que les cotes de calage de cet ouvrage font que l'aménagement s'arrêtera à l'ouvrage de franchissement de la digue Sénégal. L'eau se chargera ensuite de se créer un passage.

- b) Diguettes de décrue

Les deux diguettes de décrue ont subi l'effet de l'âge et des sollicitations des intempéries à telle enseigne que si aucune consolidation n'est faite sur les corps de digues, la durée de vie de cet investissement sera éphémère. La diguette de décrue contrôlée sera sûrement rompue d'ici 2 à 3 ans de remise en service de ces ouvrages. Dans cette perspective, un empierrement similaire à celui qui a été exécuté sur la grande digue PPG II sera réalisé sur les 2 diguettes avec une épaisseur de 20 cm pour l'améliorée et 30 cm pour celle de la contrôlée où l'effet du battillage a enlevé les 20 cm de revêtement latéritique, déchiré le tissu bidiméneux qui est devenu apparent à plusieurs endroits.

DESCRIPTION DE LA SOLUTION PROPOSÉE :

- Construire les drains secondaires DS1 à DS5 pour un linéaire total de **2 040 ml** réalisés avec les caractéristiques suivantes :

Ces drains seront trapézoïdaux, avec des fonds de 1 m à la base, des pentes transversales de talus de 2 / 3 et de pentes longitudinales de 0.0001

 - ◆ Construire les drains principaux DP1, 2 avec une base de 2.35 m. Les talus seront 2/3 avec une pente longitudinale de 0.00006 à 0.0001 pour un total de **7 100 ml**
 - ◆ Consolider les 2 ouvrages existants sur les diguettes de décrue (compléter les batardeaux, peindre les éléments métalliques, curer l'ouvrage)
 - ◆ Révision et remplacement des pièces manquantes des vannes de décrue contrôlée et de celles de l'améliorée
 - ◆ Consolider la diguette PPG II par un enrochement de 30 cm en tout venant du même matériau que la grande digue PPG II
 - ◆ Planage intensif sur 20 ha
 - ◆ Débroussaillage et défrichage sur 700 ha
 - ◆ Clôturer la partie de la décrue voisine du village de Awoinat 6 km en partant du raccordement grande digue PPG II avec le cordon dunaire, en longeant la piste rurale collée à la dune pour se raccorder à la diguette de décrue contrôlée, mais en laissant la dépression Awoinat du côté village

Vérification des longueurs de parafouilles.

La loi de LANE dit que pour que la parafouille d'un ouvrage hydraulique soit suffisante, il faut que les conditions suivantes sont vérifiées :

Soit L_v = la somme des longueurs verticales parcourues par le filet d'eau de l'amont vers l'aval en passant sous la fondation de l'ouvrage

L_h = la somme des longueurs horizontales parcourues par le filet d'eau

Soit C le coefficient de Lane pour le matériau de fondation

Soit ΔH la dénivelée entre les niveaux eaux amont / aval

La condition est vérifiée si $L_v + 1/3 L_h > C \times \Delta H$

Dans le cas de l'ouvrage de AWOINAT Décrue PPG 2

$$\Delta H = 9.2 - 7.18 = 2.02 \text{ m}$$

$$L_v = 4 \times 0.65 + 2 \times 0.35 = 3.3 \text{ m}$$

$$L_h = 0.35 + 3.35 + 10.4 + 0.35 + 4 + 3.35 = 13.6 \quad L_h / 3 = 4.53$$

$$\text{On a donc } 7.83 > 2 \times 2.04 = 4.04 \text{ m}$$

Dans le cas de l'ouvrage digue Sénégal (PPG2) :

$$\Delta H = -0.67 + 1.67 = 1.0 \text{ m}$$

$$L_v = 4 \times 0.65 + 2 \times 0.35 = 3.3 \text{ m}$$

$$L_h = 0.35 + 3.35 + 10.4 + 0.35 + 4 + 3.35 = 21.8 \quad L_h / 3 = 7.27 \text{ m}$$

$$\text{On a donc } 10.57 > 2 \times 4.4 = 8.8 \text{ m}$$

17.3.1 Détail quantitatif et estimatif

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant :

	Cout en UM
Génie Civil	178 274 000

17.4 ANALYSE COÛTS - AVANTAGES

Les investissements estimés à **178.274.000 UM** dont 114.500.000 UM pour les travaux de terrassement (construction des drains, planage sur 20 ha et défrichage de toute l'emprise du périmètre) et 61.874.000 UM pour des travaux de génie civil (ouvrages de vidange au niveau de la digue) permettront la mise en culture de décrue d'une superficie de 700 ha qui, depuis la construction du PPG 2, n'a plus été exploitée. En effet, bien que régulièrement remplie par la crue, la cuvette manquait d'ouvrage approprié et fonctionnel permettant la vidange au terme de la période de submersion.

Cette mise en jachère forcée accompagnée d'inondations annuelles a été très propice au développement d'une végétation spontanée et d'une faune sauvage (on y trouverait même des phacochères) aux abords immédiats du périmètre irrigué (PPG 2). Les exploitants de ce dernier se plaignent par ailleurs de cette situation qui serait favorable à l'enherbement de leurs parcelles et, en particulier, à la nidification des oiseaux granivores qui viennent ensuite s'abattre sur leurs parcelles de riz.

A l'heure actuelle, la végétation dans cette cuvette comprend d'innombrables ligneux de taille et de diamètre suffisamment élevés pour que leur valorisation puisse être envisagée au moment de défrichage / débroussaillage qui devra nécessairement précéder les travaux d'aménagement de la cuvette (construction des drains, planage partiel, etc.).

Par rapport à la situation présente qui ne donne lieu à aucune exploitation agricole, les avantages économiques de l'aménagement de la cuvette se situeront essentiellement sur le plan de la mise en exploitation de 700 ha de sols enrichis après plusieurs années de jachère. Même en ayant recours aux techniques traditionnelles en vigueur dans le walo du Gorgol qui se caractérisent par de très faibles investissements (semences tout venant, travail familial sans faire appel à de la main-d'œuvre extérieure rémunérée, pas d'engrais et rarement de protection phytosanitaire), les exploitants pourront compter sur un rendement d'au moins une tonne à l'hectare (et même davantage si les structures d'appui conseil déjà sur place au niveau de la SONADER peuvent amener les exploitants à adopter certaines techniques dites modernes comme l'emploi de semences améliorées, un certain apport d'engrais azoté et, en particulier, la protection phytosanitaire notamment contre la sésamie qui peut occasionner d'importants dégâts aux cultures de sorgho dans cette zone – sinon l'abandon du sorgho et son remplacement par le maïs et le niébé).

Les investissements de 178.274.000 UM requis en vue de l'aménagement de la cuvette de 700 ha représentent un investissement de d'environ 255.000 UM par hectare net aménagé.

Sur la base d'un rendement moyen de 1.000 kg/ha, la production annuelle de 700 tonnes de sorgho représente une valeur de l'ordre de 50 millions UM par an pour de très faibles investissements au niveau des exploitations (70 UM/kg de sorgho). Il est donc permis de dire que la valeur de la production dépassera le montant de l'investissement consenti pour l'aménagement de la cuvette au terme de seulement quatre années de mise en exploitation. De plus, la Mauritanie étant toujours déficitaire quant à la couverture de ses besoins céréaliers, une production complémentaire de 700 tonnes de céréales contribuera à l'amélioration du bilan céréalier.

17.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Jusqu'au début des travaux d'aménagement du grand périmètre irrigué, au début des années 1990, sur des sols appartenant au walo du Gorgol, la cuvette de décrue du PPG 2 était cultivée chaque année en cultures de décrue (sorgho) et ceci depuis des temps ancestraux (probablement des siècles). Grâce aux crues annuelles du fleuve, à qui on devait une certaine fertilisation naturelle, les sols conservaient leur aptitude aux cultures de décrue traditionnelles. On peut donc supposer que les sols de cette cuvette, comme ceux de tout le walo du Gorgol, sont toujours aptes aux cultures de décrue et qu'une reprise de la culture de décrue traditionnelle ne constitue pas une menace pour ses sols. Par ailleurs, tant que la culture de décrue se pratique de façon traditionnelle, aucune pollution n'est à craindre ni au niveau des sols ni à celui de l'eau, par des produits chimiques (engrais minéraux, résidus de pesticides, etc.). Ce ne sera qu'à partir du moment où les cultures de décrue feront appel à ces produits qu'il faudra suivre de près l'évolution de ces résidus dans les sols et dans l'eau.

Il est donc permis de conclure que la reprise des cultures de décrue dans cette partie du walo ne représente pas de risque pour l'environnement et qu'aucun impact négatif n'est à craindre. La destruction de cet îlot de végétation spontanée et de faune sauvage qu'est devenue la cuvette suite à son abandon prolongé, signifie évidemment la disparition inévitable d'un milieu naturel qui est en train de se constituer et on peut se demander si un tel espace vert à proximité d'un grand centre urbain ne peut pas avoir son utilité.

Cependant, si on demande leur avis aux anciens (et futurs) exploitants de cette cuvette qui, depuis des années, attendent le moment de retrouver leurs terres et leurs moyens d'existence qu'en principe, ils auraient dû récupérer dès la fin des travaux d'aménagement du PPG 2, ils se prononceront de manière unanime pour cet aménagement complémentaire qui leur permettra de retrouver enfin leurs terres. Ils ne comprendront jamais qu'après tant de promesses (une cuvette aménagée pour la culture de décrue contrôlée et même, pour partie, améliorée / planée), on envisage maintenant de faire de leurs terres un espace vert ou une réserve naturelle. Il en sera de même pour les exploitants du périmètre irrigué voisin qui ne voient dans cette broussaille qu'un réservoir incontrôlable d'adventices et d'animaux sauvages qui menacent leurs cultures (phacochères, lapins, rongeurs divers) et déciment leurs récoltes de céréales (oiseaux granivores).

Quels autres impacts sont à prévoir ? En ce qui concerne les poissons et les activités de pêche, l'impact sera plutôt positif comme au niveau de toutes les cuvettes de décrue. La diminution des poissons dans la vallée du fleuve est due, au moins en partie, à la réduction du lit majeur du fleuve et la disparition de nombreuses cuvettes et zones régulièrement inondées dont de nombreuses espèces de poissons ont besoin pour se reproduire et trouver leur alimentation. Si rien ne permet d'affirmer que la cuvette à aménager aura un impact positif sur le développement des poissons, rien non plus ne s'y oppose ou laisse prévoir un impact négatif. Les ouvrages d'alimentation laissent librement entrer les poissons et au moment de la vidange, il sera peut-être possible de capturer certains poissons restés au fond de la cuvette au moment du retrait des eaux. Toutefois, l'eau des crues ne séjourne pas assez longtemps dans la cuvette pour que l'on puisse envisager des actions valables dans le domaine de la pisciculture. Par ailleurs, il convient de souligner que cette cuvette est remplie par la crue du Gorgol et non par celle du Sénégal. Or, le Gorgol est nettement moins poissonneux que ce dernier.

18. OUVRAGE : CUVETTE DU SOKAM

18.1 CONTEXTE

- La cuvette du Sokam est le début du passage du marigot Sokam, un défluent du fleuve Sénégal, vers une mare géante filiforme qui s'aligne dans la direction Est – Ouest au Sud de la ville de R'Kiz. Depuis l'époque coloniale, cette grande dépression est appelée « lac de R'Kiz », Elle se singularise par des changements de largeur en différents endroits au point qu'elle ressemble à un papillon géant. Suite aux aménagements, l'aile droite dans la direction amont - aval, a été appelée cuvette de Sokam ou cuvette occidentale et plaine de Nasra. L'aile gauche est appelée cuvette orientale de R'Kiz qui est actuellement en cours de transformation en vue d'y créer un grand périmètre de 2400 ha de superficie brute. Le corps central du papillon (c'est-à-dire la zone de transition entre les deux cuvettes) a été aménagé, quant à lui, en un périmètre fonctionnel de près de 800 ha de superficie nette.
- En résumé, la cuvette de Nasra est une partie amont du lac R'Kiz, qui se situe à 80 km environ de Rosso, la capitale de la Région du Trarza (Rosso Mauritanie).
- La cuvette de Sokam est aménagée à travers la mise en place de diguettes qui ont permis d'isoler quatre (4) bassins indépendants mais ayant une planimétrie régulière :
 - ◆ les bassins N° 2 et 3 ont une cote identique : - 0,95 m IGN,
 - ◆ les bassins N° 1 et 4 ont également une cote identique : - 0,75 IGN.
- Les diguettes aménagées en suivant les courbes de niveau ont isolé des bassins relativement plats du fait qu'une lame d'eau de 30 à 40 cm submerge les bassins et assure une submersion suffisante pour garantir une décrue satisfaisante et rentable.
- Le bassin N° 2 communique directement avec la plaine de Nasra qui a des cotes plus hautes sur les rives, ce qui rend nécessaire la fermeture de la vanne de Sokam alors qu'une partie de Nasra n'est pas encore remplie ; ce point sera revu dans la suite du rapport.
- Depuis des temps ancestraux, bien avant les premiers aménagements réalisés avant et après l'indépendance, les tribus de la zone pratiquent des cultures de décrue au niveau des cuvettes du lac de R'Kiz. A celui de la cuvette occidentale alimentée par le Sokam, c'est-à-dire des cuvettes de Sokam et de Nasra, les exploitants ont toutefois dû abandonner cette activité suite au remplissage / vidange irrégulier des cuvettes et à l'envahissement progressif des cuvettes par des plantes adventices (dont l'expansion fut favorisée par la mise en culture irrégulière et le défaut de sarclages notamment en cas de jachère) dont ils ne venaient plus à bout.

Bien qu'entre temps il y ait eu de changements importants dans la zone du lac de R'Kiz parmi lesquels il convient de citer, en premier lieu :

- l'implantation de périmètres irrigués (d'abord un périmètre pilote de 60 ha, puis un grand périmètre collectif de près de 800 ha et, au stade de projet, un second grand périmètre de plus de 2.000 ha dans la cuvette orientale),
- la stagnation des rendements en culture de décrue tandis que la culture irriguée procure des rendements de 4 à 5 tonnes de paddy et ouvre la possibilité de pratiquer, en plus, des cultures maraîchères très lucratives en contre-saison froide,
- le changement des habitudes alimentaires : les populations consomment de plus en plus de riz et ont tendance à délaisser le sorgho,

La pression sur les terres est telle qu'à défaut d'aménagement pour l'irrigation, les innombrables ménages sans terre seront bien contents de pouvoir bénéficier de superficies en décrue dont ils parviendront à maîtriser les contraintes majeures qui sont le remplissage et la vidange. Toutefois, un certain appui des exploitants sur les plans technique et de l'organisation serait certainement utile sinon indispensable : emploi de semences améliorées plus productives, traitement des semences, protection contre la divagation du bétail (R'Kiz), lutte contre la sésamie, le stade larvaire d'un papillon minant les tiges, occasionnant des dégâts importants au niveau du walo (Kaédi), etc.

La superficie de la cuvette est de 2.500 ha environ. Elle est suffisamment aménagée pour permettre une mise en eau correcte et rapide, mais le drainage et une série de problèmes liés à l'exploitation font que la cuvette est abandonnée depuis 2003, notamment à cause de son envahissement par des plantes adventices.

18.2 SITUATION INITIALE ET DIAGNOSTIC

La cuvette de Sokam s'alimente directement à partir du barrage de Sokam. Comme à Kaédi, la mise en charge de ce barrage est conditionnée par un pont vanne, celui de Thiambéne qui prend source sur le fleuve Sénégal. Fréquemment, la mise en eau de la cuvette de Sokam est pénalisée par la vanne de Thiambéne qui alimente la cuvette et plus de 3.000 ha aptes à la riziculture, déjà aménagés dans le bassin – plaine de Thiambéne. Le présent APS concerne la vanne de Sokam qui, par ailleurs, est secondée par des vannes de gestion aménagées dans les diguettes de séparation.

18.2.1 Situation actuelle

La cuvette de Sokam est la partie occidentale du grand lac de R’Kiz qui a été aménagée par :

- une diguette de transition qui est à la limite entre la zone de transition et le grand périmètre de R’kiz,
- Des diguettes colinéaires suivant in situ les courbes de niveau $-0,95$ m IGN et $-0,75$ m IGN ; qui partent et se referme sur la diguette de transition. Cet aménagement a permis de compartimenter quatre bassins dont le n° 2 communique avec la cuvette de Nasra.
- les diguettes sont de type trapézoïdal avec des pentes de talus de $2/3$,
- un chenal central de mise en eau ou de drainage, permet une gestion optimale de l’eau dans ces bassins,
- des ponts dalots batardables par vannage et équipés chacun d’un seuil de contrôle par déversement, sont construits à chaque croisement diguette / chenal. Les gabions de protection sont tous déchirés à cause du débit d’écoulement qui est très fort à la sortie de l’ouvrage
- Les vannes batardeaux sont pour la plupart démontées, à première vue par des gens intéressés par leurs écrous. Elles sont donc en position fermée mais déconnectées du système de levage. La non-exploitation depuis 2003 a sûrement été favorable à ce genre de pratiques,
- un décrochement de 20 cm environ du remblai digue, est perceptible au niveau des zones de raccordement ouvrage / diguette.

Le modèle de gestion eau pratiqué sur le site est le suivant :

- remplissage du bassin 2,
- ensuite, les bassins 1 et 3 sont remplis jusqu’à la cote requise,
- drainage des 3 bassins sur le bassin 4 qui doit se dessécher par évaporation et infiltration.

On constate sur place que la plaine de Nasra qui communique avec le bassin N° 2, ne se remplit pas correctement du fait que son niveau TN maximum est plus haut que la cote de gestion du bassin 2.

D’autre part, les paysans de la cuvette occidentale n’ont pas fait campagne depuis 3 ans maintenant et, par voie de conséquence, la plaine de Nasra, de 1.000 ha environ, est abandonnée elle aussi parce qu’il faut impérativement remplir le bassin n°2 de la cuvette occidentale pour submerger les parcelles de Nasra qui sont à ou en dessous de $-0,95$ m IGN. Dans la pratique et pour éviter des conflits sociaux très sérieux, à partir du moment où les exploitants de ce bassin N° 2 ne sont pas intéressés pour la campagne, il n’est pas question de mettre l’eau, alors que les propriétaires ne le demandent pas.

DIAGNOSTIC

En résumé, la cuvette de Sokam souffre de :

- l'interdépendance de la cuvette occidentale avec la plaine de Nasra,
- la baisse considérable du remblai de la digue,
- la dégradation des gabions à la sortie des ouvrages,
- les vannes de remplissage et de drainage ne sont pas fonctionnelles,
- la plaine n'est pas clôturée alors que la divagation des animaux est importante dans la zone,
- le barrage de Sokam, unique source d'alimentation de la cuvette de Sokam, date des années avant l'indépendance (1958). Les vannes sont rouillées et nécessitent une révision générale. Le typha et des herbes rampantes obstruent la section hydraulique de 60 % de leur surface et le débit d'écoulement devient insignifiant par rapport aux besoins,
- le pont de Thiambéne qui relie le barrage de Sokam au fleuve, est affecté de la même manière par le problème de typha et des autres mauvaises herbes,
- le bassin n° 4 sert de zone de vidange et de drainage pour les 3 premiers bassins. Finalement, il est transformé en une zone de pâturage non fonctionnelle parce que les espèces d'herbes naturelles qui y poussent sont refusées par les animaux (typha et cypéracées).

18.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

La réhabilitation proposée sera axée sur deux points principaux :

- concevoir un réseau de vidange viable cernant l'essentiel des contraintes répertoriées sur le plan de l'efficience des cuvettes,
- essayer au mieux de conserver le découpage actuel des cuvettes afin de permettre de conserver les mêmes parcelles aux différents bénéficiaires,
- le réseau sera conçu de manière à résoudre l'ensemble des problèmes évoqués précédemment (réseaux de vidange, ouvrages hydrauliques, équipement et ouvrages annexes, bassins d'irrigation ou de drainage et vannes primaires),
- les équipements seront remis en un état de fonctionnement durable ou à neuf.

➤ a) Drainage des eaux de mise en crue

A ce niveau :

- ◆ un ouvrage supplémentaire sera installé sur la zone de rétrécissement de la cuvette de Nasra. Il sera de type dalot à 3 pertuis.. Ce dalot de transition sera relié au lit mineur du bras Sokam alimentant la plaine par un chenal de remplissage de la cuvette occidentale sans être obligé comme maintenant de remplir une bonne partie de Nasra pour que l'eau puisse ensuite continuer vers les bassins 2, 1 et 3. La mise en eau pourra se faire beaucoup plus rapidement même si le niveau du barrage de Sokam est réduit. Le temps d'attente des paysans de la riziculture pour que le niveau d'eau reprenne la normale sera plus acceptable. Nasra sera rempli aisément à la cote de son projet sans contrarier la cuvette occidentale,
- ◆ le chenal traversant le bassin N° 4 sera curé, prolongé jusqu'à son croisement avec la courbe + 1,0 m IGN et raccordé avec le bras Skeikim,
- ◆ un ouvrage similaire aux ouvrages existants sera réalisé à ce croisement,
- ◆ un terrassement de consolidation ou la construction d'une diguette reliant l'ouvrage de vidange avec les berges du terrain naturel sera exécuté en guise de sécurité pour éviter des surprises de dernière minute qui pourront surgir suite à la nouvelle modification.

➤ b) Diguettes de décrue

Les diguettes seront remises à la cote des crêtes des ouvrages de vidange par un remblai d'habillage en crête et sur les talus. Les gabions actuels seront remplacés par des voiles en béton armé qui seront prolongés par des gabions dans le lit du chenal.

Description de la solution proposée :

- ◆ Construire l'ouvrage de transition Nasra sur la cuvette occidentale, qui sera calé dans le fond du chenal à la cote - 1.67 m IGN. Le tablier de l'ouvrage sera à la cote de +0.18 m avec un seuil de déversement à la cote - 0.67 m IGN. La mise en place des batardeaux, pourra permettre de rehausser le plan d'eau dans la cuvette de Nasra en cas de besoin par exemple en phase de rehaussement du terrain naturel par un ensablement futur.
- ◆ Construire le chenal de mise en eau de Nasra sur 10 km avec une base de 2.35 m, des pentes de talus de 2/3 et une longitudinale de 0.00005 à 0.0001
- ◆ Reprofiler les diguettes existantes à leurs cotes de projet (cotes des dalots de franchissement du chenal)
- ◆ Réviser les vannes existantes 1.0 x 1.15 ml
- ◆ Remplacer les longueurs de gabions de protection existantes par des bâches en voiles en BA voir plan des ouvrages de décrue.
- ◆ Exécuter une nouvelle protection de 3 m de longueur dans le chenal et dans le prolongement du nouveau bétonnage.
- ◆ Clôturer la cuvette de Sokam par des clôtures séparées de 25 km sur Nasra et 30 km sur la cuvette occidentale.

Vérification des longueurs de parafouilles.

La loi de LANE dit que pour que la parafouille d'un ouvrage hydraulique soit suffisante, il faut que les conditions suivantes sont vérifiées :

Soit L_v = la somme des longueurs verticales parcourues par le filet d'eau de l'amont vers l'aval en passant sous la fondation de l'ouvrage

L_h = la somme des longueurs horizontales parcourues par le filet d'eau

Soit C le coefficient de Lane pour le matériau de fondation

Soit ΔH la dénivellée entre les niveaux eaux amont / aval

La condition est vérifiée si $L_v + 1/3 L_h > C \times \Delta H$

Dans le cas de l'ouvrage de Nasra

$$\Delta H = 11.2 - 6.80 = 4.4 \text{ m}$$

$$L_v = 4 \times 0.65 + 2 \times 0.35 = 3.3$$

$$L_h = 0.35 + 3.35 + 10.4 + 0.35 + 4 + 3.35 = 13.6 \quad L_h / 3 = 4.53$$

$$\text{On a donc } 7.83 > 2 \times 1 = 2$$

18.3.1 Détail quantitatif et estimatif.

Les détails quantitatifs et estimatifs sont fournis en annexe.

Le total des coûts des interventions proposées est le suivant :

	Coût en UM
Génie Civil	239 331 990

18.4 ANALYSE COÛTS - AVANTAGES

Les travaux d'aménagement devront permettre une reprise de la culture de décrue au niveau de la cuvette occidentale de R'Kiz et son extension à la plaine limitrophe de Nasra. La cuvette occidentale proprement dite, divisée par des diguettes internes en quatre bassins indépendants, constitue une zone de décrue cultivée pendant longtemps (depuis la construction de l'ouvrage de Sokam assurant l'alimentation en eau de la cuvette occidentale). La culture de décrue ne fut abandonnée que ces dernières années, notamment suite à un remplissage irrégulier des bassins et de leur enherbement progressif que les exploitants ne parvenaient plus à maîtriser. La plaine de Nasra, quant à elle, n'est alimentée en eau que partiellement et après remplissage des 4 bassins précités. Dans cette plaine, la culture de décrue n'a jamais connu une grande extension.

Ainsi, au niveau de la cuvette occidentale, les travaux d'aménagement comprendront essentiellement la révision de l'ouvrage de Sokam et des vannes ainsi que le reprofilage des diguettes de séparation entre les 4 bassins précités. Au niveau de la plaine de Nasra, il est prévu, en particulier, la construction d'un ouvrage de remplissage et la création d'un chenal de mise en eau indépendant afin de pouvoir gérer cette cuvette de façon indépendante des bassins de la cuvette occidentale. Enfin, vu la pression extrêmement forte des troupeaux dans toute la zone du lac de R'Kiz (pour qui, en saison de pluies et en cas de remplissage, les cuvettes représentent des îlots de verdure dans un milieu peu arrosé et à faibles ressources alimentaires), l'ensemble cuvette occidentale et plaine de Nasra devra être clôturé.

Le coût estimatif de ces travaux s'élève à **239.331.990 UM**. Cependant, la construction de la clôture absorbera à elle seule 165.000.000 UM soit près de 69% de l'investissement total !

Les travaux donneront aux futurs exploitants la possibilité de pratiquer chaque année des cultures de décrue sur une superficie brute de l'ordre de 3.400 ha (cuvette occidentale environ 2.400 ha et plaine de Nasra environ 1.000 ha). Ainsi, l'investissement hors clôture (74.331.990 UM) ne constitue qu'un très faible investissement à l'hectare : de l'ordre de 21.862 UM/ha, ce qui ne représente que la valeur des 312 kg de sorgho (au prix moyen dans la zone de R'Kiz de 70 UM/kg) !

Toutefois, la mise en culture de décrue de ce potentiel de 3.400 ha ne peut être envisagée sans la construction d'une clôture solide. Mais même en prenant en compte le coût de la clôture, l'investissement ne sera que de l'ordre de 70.392 UM/ha (l'équivalent d'environ une tonne de sorgho).

Pour qu'au terme de l'aménagement les paysans puissent pratiquer des cultures de décrue sans contraintes majeures, il convient néanmoins de prendre en considération les deux aspects suivants :

- le remplissage correct des cuvettes suppose que les eaux du fleuve puissent arriver en quantité suffisante jusqu'à l'ouvrage de remplissage, le barrage de Sokam ;
- il faudra aider les exploitants à trouver une solution au problème de l'enherbement des cuvettes si l'on ne veut pas risquer un nouvel abandon de la culture de décrue dans un très proche avenir.

L'arrivée des eaux au barrage de Sokam est conditionnée par le fonctionnement correct du défluent Sokam sur toute sa longueur, entre le pont de Thiambéne et le barrage Sokam à l'autre extrémité. Or, aussi bien le pont de Thiambéne que le lit du Sokam sont fortement envahis par le typha ce qui risque de diminuer leur hydraulité. En conséquence, il conviendrait probablement de procéder à une révision et au dégagement / nettoyage du pont de Thiambéne ainsi qu'au curage du Sokam entre ces deux ouvrages, au moins aux passages les plus affectés susceptibles de gêner la libre circulation de l'eau. Le coût de ces actions n'est pas compris dans le coût total de l'investissement mentionné ci-dessus.

Concernant la problématique de l'enherbement, on (c'est-à-dire l'antenne SONADER de R'Kiz) peut envisager de sensibiliser et de conseiller les exploitants en matière d'emploi de désherbants appropriés. Le succès sera probablement mitigé. Ainsi, il convient de réfléchir à une action de grande envergure (traitement mécanique ou aérien de toutes les surfaces concernées) avant la première mise en culture des cuvettes aménagées.

18.5 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Comme dans le cas de la cuvette du PPG 2, les travaux d'aménagement à entreprendre visent à rétablir une situation (l'exploitation des cuvettes en culture de décrue) qui a existé durant des périodes plus ou moins longues (à R'Kiz une quarantaine d'années) sans impact visible sur l'environnement. En effet, la culture de décrue telle qu'elle est pratiquée de manière traditionnelle par les paysans représente très peu de risque d'impact négatif sur l'environnement. Le non recours aux intrants chimiques (engrais, pesticides, etc.) exclut tout risque de pollution au niveau des sols, des eaux souterraines ou de surface de même qu'au niveau des populations et de leur bétail.

Il est toutefois évident qu'en cas d'emploi massif, prolongé ou généralisé de désherbants comme envisagé ci-dessus, la situation devra être suivie de près afin d'écartier tout risque de pollution ou d'intoxication.

La zone de R'kiz est une zone à forte concentration de bétail. D'une part, les habitants de la zone du lac élèvent de plus en plus de bétail et notamment des bovins et, d'autre part, le lac avec ses cuvettes accueille traditionnellement de nombreux troupeaux venant des autres zones (Boutilimit, Ouad Naga, Méderdra, etc.) plus ou moins éloignées du Trarza et même d'ailleurs (Brakna, Inchiri).

L'aménagement tel qu'il est proposé ici, diminuera les parcours et pâturages potentiels de la zone du lac puisque les 3.400 ha clôturés ne seront plus accessibles à ces troupeaux. En conséquence, il convient d'évaluer le potentiel pastoral de cet espace de 3.400 ha à l'heure actuelle. Sans remplissage des cuvettes par le barrage de Sokam (situation actuelle), les cuvettes ne reçoivent que les eaux de pluie comme tous les parcours de la zone. Ce n'est donc qu'après les pluies que les cuvettes se couvrent de végétation qui est alors broutée par les troupeaux ou dessèche sur pied dès la fin des pluies. Tout le reste de l'année, les cuvettes sont nues et n'offrent aucune possibilité de pâturage. Les parties les plus basses comme le bassin 4 dans lesquelles les eaux ont tendance à stagner, présentent naturellement une végétation plus consistante et on pourrait penser que ces zones basses offrent encore des pâturages bien après la fin de l'hivernage. Si c'est effectivement le cas,

il convient de souligner qu'il s'agit de végétation essentiellement composée de cypéracées et de typha, peu appréciée sinon complètement délaissée par les ruminants.

Ainsi, il est permis de conclure que l'aménagement et la clôture de cet espace ne constitue guère une perte importante en terme de réserves fourragères. Quant à l'abreuvement et l'accès des troupeaux à l'eau, l'espace à clôturer ne comporte aucun point d'eau ou d'autre possibilité d'abreuvement. Les troupeaux de toute la zone occidentale doivent s'abreuver au Sokam, c'est-à-dire en amont du barrage de Sokam. Or, l'accès à ce cours d'eau ne sera nullement barré par le périmètre de décrue clôturé et les troupeaux pourront y accéder librement comme auparavant, bien que certains aient peut-être un détour à faire.

L'aménagement ne comporte pas non plus de risque d'impact négatif prononcé sur la santé des populations. Déjà à l'heure actuelle, toute la zone de R'Kiz et notamment des cuvettes est fortement touchée par le paludisme, particulièrement en période d'hivernage. La mise en eau des cuvettes durant environ un mois (entre le moment du remplissage et de la vidange) prolongera probablement d'autant la période extrêmement favorable aux moustiques, mais le risque est beaucoup moins élevé que dans le cas d'un périmètre irrigué plus ou moins sous l'eau ou régulièrement arrosé durant toute l'année.

Enfin, il convient d'examiner si l'aménagement des cuvettes peut avoir un impact, positif ou négatif, sur la pisciculture ou la pêche. A l'heure actuelle, une quinzaine de familles de pêcheurs pratiquent régulièrement la pêche dans la zone du lac, mais non au niveau des cuvettes ou des aménagements existants. Leurs activités se concentrent sur les ouvrages de remplissage des cuvettes et la partie amont des affluents alimentant les cuvettes (Sokam pour la cuvette occidentale et Laoueiija pour la cuvette orientale. En effet, ces ouvrages ne laissent passer que très peu de poissons et ceux-ci ont plutôt tendance à séjourner à ces endroits. Par ailleurs, même en cas de remplissage ou d'aménagement les cuvettes, en l'absence de tout plan d'eau permanent ou de longue durée, n'offrent guère de possibilités de survie aux quelques poissons qui auraient pu franchir ces ouvrages.

En conclusion, il est permis de dire que le projet d'aménagement des cuvettes du Sokam (cuvette occidentale et plaine de Nasra) ne présente pas de risque d'impact négatif et que, de ce fait, aucune mesure de protection n'est à prendre. Il faut toutefois rappeler qu'en cas de lutte chimique intensive contre le typha et/ou les autres adventices, ces actions devront être suivies de près et exécutées avec professionnalisme, en respectant les produits, les doses à employer et les modalités d'application préconisés.

En conclusion générale, le projet CUVETTES et STATIONS DE POMPAGE RIVE DROITE est d'une importance capitale pour la relance pérenne et durable pour la valorisation garantie de 3 021 ha rizicultivables et 3 400 ha de décrue contrôlée

19. OUVRAGES AMONT (MALI)

19.1 CONTEXTE

L'union Régionale des Sociétés Coopératives Agricoles de Kayes (URCAK) est une organisation paysanne née du comité de coordination des périmètres irrigués (CCPI). Ce comité a vu le jour dans les années 1970 grâce au retour volontaire de la France de certains immigrés, en collaboration avec les périmètres déjà existants mis en place par le gouvernement de l'époque. Cette organisation informelle a fait une dizaine d'années de lutte pour sa reconnaissance juridique. Enfin elle a donné naissance à l'URCAK le 05 janvier 1983 qui a pour objectif fondamental «atteindre l'autosuffisance alimentaire et l'autofinancement de l'agriculture dans la région de KAYES»

Pour parvenir à l'autosuffisance alimentaire, l'URCAK s'est fixé les objectifs suivants :

- Promouvoir la mise en œuvre des aménagements hydroagricoles en améliorant quantitativement les surfaces emblavées et qualitativement leur efficacité;
- Faciliter aux sociétés coopératives l'acquisition des intrants de production et des produits vétérinaires ;
- Améliorer techniquement les méthodes de cultures et les systèmes de gestion coopérative ;
- Favoriser l'écoulement et la conservation des produits agricoles ;
- Développer la solidarité et l'entraide entre les organisations paysannes ;
- Création d'emploi pour freiner l'exode ;
- Réinsertion des émigrés de retour ;
- Améliorer les conditions de vie au village ;
- Contribuer au développement socio-économique du Mali.

Dans ce cadre, l'URCAK apporte son soutien à la gestion des périmètres irrigués, et en particulier des GMP flottants, qui sont à l'heure actuelle de l'ordre d'une quinzaine. Le projet consiste à réhabiliter 4 GMP, par de nouveaux GMP, mieux dimensionnés, plus souples de fonctionnement (plusieurs pompes au lieu d'une), et qui serviront de modèle pour réhabiliter les autres. Il s'agit de surfaces entre 20 et 80 ha. Maraîchage intensif (tomates, oignons....) ; avec deux cycles par an. On rencontre également des Vergers : mangues, bananes...il a été précisé par les utilisateurs qu'ils ne souhaitent pas passer à des stations de pompage en dur, en particulier pour les problèmes d'ensablement des prises et de corrosion des roues.

L'URCAK apporte son soutien à environ 17 périmètres coopératifs (environ 125 ha aménagés) et 45 groupements de femmes (environ 120 ha).

Compte tenu des contraintes lourdes de fonctionnement, la durée de vie constatée pour les moteurs varie entre 3 et 6 ans suivant leur niveau de sollicitation, et la durée de vie des pompes : varie de 10 à 12 ans., avec souvent un problème de couplage moteur - pompe. L'URCAK possède déjà un atelier de mécanique et un mécanicien à Danfagabougou qui pourrait faciliter la réalisation et la gestion d'un stock de pièces de rechange. Electrification : seul Danfagabougou est électrifié (pas le GMP).

19.2 SITUATION ACTUELLE

Les quatre aménagements et des stations de pompage objet de la présente étude ont actuellement les caractéristiques suivantes :

LANY MODI :

- Superficie disponible : 87ha ;
- Superficie irrigable : 42 ha ;
- Superficie exploitée présentement : 12ha ;
- Motopompe :
 - ◆ Marque: HATZ ;
 - ◆ Puissance : 22.5CV ;
 - ◆ débit : 560m³/h

Le facteur limitant l'extension des surfaces irriguées déjà équipées est le manque de débit disponible en tête du réseau.

SOBOKOU :

- Superficie disponible : 51ha ;
- Superficie irrigable : 30 ha ;
- Superficie exploitée présentement : 9ha ;
- Motopompe :
 - ◆ Marque : HATZ ;
 - ◆ Puissance : 22.5CV ;
 - ◆ débit : 450m³/h

La limitation de la superficie irriguée à 9 ha est également due à l'insuffisance du débit disponible en tête de réseau

SOMANKIDIKOURA :

- Superficie disponible : 60ha ;
- Superficie irrigable : 30 ha ;
- Superficie exploitée présentement : 12ha ;
- Motopompe :
 - ◆ Marque: HATZ ;
 - ◆ Puissance : 22.5CV ;
 - ◆ débit : 450m³/h

Une extension (doublement) du périmètre est prévue, qui serait dominée à partir du même bassin de refoulement.

DANFAGABOUGOU :

- Superficie disponible : 43ha ;
- Superficie irrigable : 42 ha ;
- Superficie exploitée présentement : 13ha ;
- Motopompe :
 - ◆ Marque : LISTER HR3 ;
 - ◆ Puissance : 32CV ;
 - ◆ débit : 600m³/h

Le facteur limitant l'extension des surfaces irriguées déjà équipées est le manque de débit disponible en tête du réseau.

C'est le seul périmètre situé à proximité d'une ligne électrique.

Les motopompes sont tous dans un état tel que leur réhabilitation n'est pratiquement pas envisageable (les équipements mécaniques étant devenus très vétustes).

19.3 AVANT PROJET SOMMAIRE

19.3.1 Présentation de la solution proposée

L'examen typologique des 15 stations flottantes (GMP) gérées par l'URCAK montre qu'avec des groupes de seulement deux débit différents : 115 m³/h et 150 m³/h, et seulement deux gammes de hauteurs manométriques : 17/21 m et 8/12 m on arrive à satisfaire la totalité de la demande des périmètres, ce qui permet en outre de s'équiper progressivement au rythme de la montée en puissance de la mise en valeur.

Compte de tenu de l'état assez dégradé des motopompes au niveau des sites ; il est donc proposé de les changer par d'autres de mêmes performances ou mieux ; en conservant le débit maxi pompé par site et ceci en utilisant des motopompes identiques.

Les motopompes proposées devront répondre aux caractéristiques et conceptions générales suivantes :

➤ Moteur :

- ◆ Emission de bruit réduite au maximum ;
- ◆ Faible consommation de carburant ;
- ◆ Nocivité minimale des gaz d'échappement ;
- ◆ Robustesse et longévité exceptionnelles ;
- ◆ Grande fiabilité (absence de courroie souhaitée) ;
- ◆ Fiabilité d'entretien (purge d'air automatique de la pompe d'injection) ;
- ◆ Peu de pollution (Respiration des vapeurs d'huile du carter moteur) ;
- ◆ Démarrage par manivelle sûr et aisé (Dispositif de surcharge qui augmente la quantité du carburant) ;
- ◆ Compteur horaire ;
- ◆ Moteur diesel à 4temps, refroidi à air, multicylindres ;
- ◆ Cylindre vertical ;
- ◆ Carter moteur en alliage léger, moulé sous pression, cylindre en fonte grise ;
- ◆ Culasse en alliage léger ;
- ◆ Vilebrequin et bielle sur paliers lisses ;
- ◆ Injection directe par injecteur à plusieurs trous ;
- ◆ Commande des soupapes par culbuteurs et tiges ;
- ◆ Carter d'huile en tôle.

- Pompe :
 - ◆ Conçue pour assurer, en usage intensif, le transfert des eaux claires et chargées ;
 - ◆ Corps capable d'accepter des particules après filtration crépine ;
 - ◆ Nettoyage par simple démontage de flasques avant ;
 - ◆ Raccord à l'aspiration et au refoulement ;
 - ◆ Coude de 90° pour refoulement horizontal ;
 - ◆ Sécurité huile ;
 - ◆ HMT maxi à 25m et mini à 5m ;
 - ◆ Autonomie supérieure à 3heures ;
 - ◆ Compteur horaire.

Ces groupes doivent avoir les caractéristiques particulières suivantes :

- Moteur : Diesel de puissance 35CV ; de vitesse 1500tr/mn ; de marque HATZ 3M41 ou équivalent attesté ;
- Pompe : Débit : 150m³/h ; HMT 17 à 21m minimum 5m ; de marque ROVATTI 3P 125 K ou équivalent attesté ;
- Aspiration : Simple de diamètre 150mm ; tuyau armé DN 150 ; clapet de pied ; crépine ; bride ; colliers ; joint plat, boulons, raccord coudé mal , manchons ;
- Refoulement : Simple de diamètre 100mm ; tuyau souple ; brides ; manchons ; joints plats ; boulons ; brides ; colliers ;
- Nourrice journalière : réservoir de 100l.

L'aspiration doit se faire exclusivement au travers de tuyaux renforcés avec armature. Prévoir son remplacement éventuel au bout de 400 heures environs de fonctionnement.

Ces motopompes au nombre de 14 sont réparties ainsi qu'il suit :

- Danfagabougou : 4
- Somankidi : 3
- Sobokou : 3
- Lany Modi : 4 Ces équipements seront réalisés au minimum en deux tranches pour suivre le rythme de mise en valeur :

Sites / tranches	Tranche 1	Tranche 2
Danfagabougou	2	2
Somankidikoura	2	1
Sobokou	2	1
Lany Modi	2	2

19.3.2 Gestion des pièces de rechange

Le problème majeur rencontré par tous les exploitants est la gestion des pannes. Compte tenu de la forte sollicitation des groupes, le risque de panne est important. Ces pannes nécessitent souvent le changement de pièces spéciales qu'il est difficile de trouver à Bamako, o même à Dakar et qu'il faut parfois commander en Europe. La réparation peut prendre ainsi des semaines voire plus d'un mois. Chaque périmètre étant alimenté par un seul GMP, c'est donc l'ensemble de la production des cultures irriguées qui peut se trouver anéantie.

Afin de pallier cet inconvénient la solution proposée est de constituer au niveau de l'atelier de mécanique de l'URCAK déjà existant à Danfagabougou, un stock de pièces de rechanges dont le détail est fourni ci après, qui sera géré par le mécanicien de l'URCAK, et qui devra permettre de réparer n'importe quelle panne dans les 48 heures. Le personnel chargé de l'entretien des GMP dans chaque coopérative, ainsi que l'entraide existante à travers l'URCAK permettront d'assurer efficacement ce service.

La liste (par GMP) des pièces de rechange et outillages sera la suivante :

- Documentation technique de la motopompe avec le maximum de détails possibles ;
- Fiches de suivi du moteur et de la pompe avec tous les renseignements nécessaires pour les maintenances curative et préventive ;
- 6m tuyau d'aspiration ;
- 30m tuyau de refoulement ;
- 1 crépine anti-retour ;
- 5 rouleaux de téflon ;
- 4 filtres à air adapté au moteur qui l'accompagne ;
- 6 filtres à carburant adapté au moteur qui l'accompagne ;
- 5 joints par bouchon amorçage adapté au moteur qui l'accompagne ;
- 1 bouchon d'amorçage adapté au moteur qui l'accompagne ;
- 1 entonnoir de diamètre 100mm + coude + filtre métallique ;
- 1 fût de 200 litres d'huile ;
- 1 bidon de 5litres huile moteur ;
- 1 jerrycan de 20 litres ;
- 1 bride adaptée au tuyau d'aspiration ;
- 1 bride adaptée au tuyau de refoulement ;
- 1 jeu de colliers adaptés au tuyau d'aspiration ;

- 1 jeu de colliers adaptés au tuyau de refoulement ;
- 1 manchon adapté au tuyau d'aspiration ;
- 1 manchon adapté au tuyau de refoulement ;
- 1 jeu de boulons adapté au tuyau d'aspiration ;
- 1 jeu de boulons adapté au tuyau de refoulement ;
- 1 jeu de joints plats adapté au tuyau d'aspiration ;
- 1 jeu de joints plats adapté au tuyau de refoulement ;
- 1 caisse à outils complète de mécanicien comprenant :
 - un jeu de tournevis de différentes formes et dimensions,
 - un jeu de clés tricoises de différentes dimensions,
 - un jeu de clés mixtes 12 pans de différentes dimensions,
 - un jeu de pièces mécaniques d'usure :
 - ◆ Relatives au moteur : segments, chemises,...
 - ◆ Relatives à la pompe : paliers, roulements...
 - ◆ Un dispositif de transmission moteur pompe.

19.3.3 Avantages et inconvénients de la solution retenue

A. AVANTAGES :

- Unicité des équipements de tous les sites ;
- Facilité de maîtrise de la technologie ;
- Possibilité d'interchangeabilité de matériel ;
- Possibilité de n'utiliser que les motopompes dont les besoins en eau sont nécessaires ;
- D'économiser le carburant en fonction du besoin ;
- Facilité de maîtrise de l'irrigation ;
- Vendre les motopompes existantes pour aider dans l'entretien des neuves.
- Réduction importante de la durée des pannes.

B. INCONVÉNIENTS :

- Nombre important de motopompes,
- Gestion plus complexe (3 ou 4 unités au lieu d'une par périmètre) ;
- Obligation de disposer d'un service de maintenance pour les quatre sites, ou de manière plus générale pour l'ensemble des GMP de l'URCAK.

19.3.4 Estimatif

L'estimation du coût des équipements nécessaires est de :

- Motopompe y/c tuyaux de raccordement : $7.800.000 \times 14 = 109.200.000$ FCFA
- Pièces de rechange et outillage : $2.800.000 \times 14 = 39.200.000$ FCFA
- Radeaux : $3.200.000 \times 14 = 44.800.000$ FCFA
- Total : 193.200 000 FCFA HT, transport et pause comprise.

19.3.5 Recommandation

Le deuxième problème rencontré par les agriculteurs, après celui du facteur limitant que constituent l'insuffisance des GMP, c'est l'augmentation du coût du carburant, dont la part dans le coût d'exploitation est déjà très importante.

Le passage à l'énergie électrique, avec un coût du KWh préférentiel, et surtout dont l'augmentation annuelle est maîtrisée, compte tenu de l'existence de Manantali, devrait permettre d'améliorer les résultats d'exploitation des agriculteurs, de sécuriser leur avenir et ainsi de favoriser le développement agricole local.

Actuellement les villages et périmètres précités ne sont pas desservis par le réseau électrique : leur électrification constitue donc une priorité importante.

19.3.6 Approfondissement de la réflexion sur la standardisation

L'approche précédente est basée sur une analyse typologique de la demande telle qu'elle s'est exprimée au niveau de l'URCAK : standardisation des équipements en fonction de la situation actuelle et des attentes futures, prise en compte de la montée en régime de la mise en valeur, sécurisation du dépannage....

Une autre approche pourrait consister à considérer des modules d'alimentation fonction de la surface : un module pour 10 ha, et un pour 20 ha, la combinaison des deux permettant de s'adapter aux besoins spécifiques de chaque site. De plus, on pourrait s'équiper de moteurs électriques alimentés par des groupes électrogènes en vue d'assurer la transition vers l'électrification de la zone concernée.

Cette méthode a été appliquée ci-dessous aux périmètres précédents, et les résultats sont les suivants :

19.3.6.1 Danfagabougou

Utilisation de 2 motopompes électriques de 60l/s chacune correspondant à l'irrigation aisée de 40ha soit une pour 20ha

Ces motopompes ont les mêmes caractéristiques techniques que celles proposées à l'option de base à la seule différence que celles-ci sont entraînées par des moteurs électriques pendant que les premières sont entraînées par des moteurs thermiques

Elles seront alimentées en électricité par un groupe électrogène de 70kVA insonorisé et capoté, posé sur une dalle en béton armé, placé dans un abri groupe où l'armoire de commande des motopompes est implantée.

Les deux motopompes électriques seront alimentées chacune par câble U1000 RVFV de section 4x10mm² Cuivre pour une longueur approximative 60m:

Évaluation des coûts :

- 2motopompes de 60l/s : 20.000.000 x2= 40.000.000 F.CFA
- Groupe électrogène 70kVA : 35.000.000x1= 35.000.000 F.CFA
- Abri- groupe + dalle : 5.000.000x1= 5.000.000.F.CFA
- Câbleries électriques et accessoires : 5.000.000x1= 5.000.000.F.CFA
- Outillage + pièces détachées : 15.000.000.x1= 15.000.000.F.CFA
- TOTAL GENERAL : 100.000.000 FCFA

19.3.6.2 Somankidikoura

Utilisation de 1 motopompe électrique de 60l/s pour irriguer aisément 20 ha et une motopompe électrique de 30l/s pour l'irrigation aisée de 10ha soit un total de 30ha

Ces motopompes ont les mêmes caractéristiques techniques que celles proposées à l'option de base à la seule différence que celles-ci sont entraînées par des moteurs électriques pendant que les premières sont entraînées par des moteurs thermiques

Elles seront alimentées en électricité par un groupe électrogène de 60kVA insonorisé et capoté, posé sur une dalle en béton armé, placé dans un abri groupe où l'armoire de commande des motopompes est implantée.

Les deux motopompes électriques seront alimentées chacune par câble U1000 RVFV de section 4x10mm² Cuivre pour une longueur approximative 60m:

Evaluation des coûts :

1 motopompes de 60l/s : $20.000.000 \times 1 = 20.000.000$ F.CFA

1 motopompes de 30l/s : $15.000.000 \times 1 = 15.000.000$ F.CFA

Groupe électrogène 60kVA : $30.000.000 \times 1 = 30.000.000$ F.CFA

Abri- groupe + dalle : $5.000.000 \times 1 = 5.000.000$ F.CFA

Câbleries électriques et accessoires : $5.000.000 \times 1 = 5.000.000$ F.CFA

Outillage + pièces détachées : $15.000.000 \times 1 = 15.000.000$ F.CFA

TOTAL GENERAL : 90.000.000 FCFA

19.3.6.3 Sobokou

Utilisation de 1 motopompe électrique de 60l/s pour irriguer aisément 20 ha et une motopompe électrique de 30l/s pour l'irrigation aisée de 10ha soit un total de 30ha

Ces motopompes ont les mêmes caractéristiques techniques que celles proposées à l'option de base à la seule différence que celles-ci sont entraînées par des moteurs électriques pendant que les premières sont entraînées par des moteurs thermiques

Elles seront alimentées en électricité par un groupe électrogène de 60kVA insonorisé et capoté, posé sur une dalle en béton armé, placé dans un abri groupe où l'armoire de commande des motopompes est implantée.

Les deux motopompes électriques seront alimentées chacune par câble U1000 RVFV de section $4 \times 10 \text{mm}^2$ Cuivre pour une longueur approximative 60m:

Evaluation des coûts :

1 motopompes de 60l/s : $20.000.000 \times 1 = 20.000.000$ F.CFA

1 motopompes de 30l/s : $15.000.000 \times 1 = 15.000.000$ F.CFA

Groupe électrogène 60kVA : $30.000.000 \times 1 = 30.000.000$ F.CFA

Abri- groupe + dalle : $5.000.000 \times 1 = 5.000.000$ F.CFA

Câbleries électriques et accessoires : $5.000.000 \times 1 = 5.000.000$ F.CFA

Outillage + pièces détachées : $15.000.000 \times 1 = 15.000.000$ F.CFA

TOTAL GENERAL : 90.000.000 FCFA

19.3.6.4 Lany Moudy

Utilisation de 2 motopompes électriques de 60l/s chacune correspondant à l'irrigation aisée de 40ha soit une pour 20ha

Ces motopompes ont les mêmes caractéristiques techniques que celles proposées à l'option de base à la seule différence que celles-ci sont entraînées par des moteurs électriques pendant que les premières sont entraînées par des moteurs thermiques

Elles seront alimentées en électricité par un groupe électrogène de 70kVA insonorisé et capoté, posé sur une dalle en béton armé, placé dans un abri groupe où l'armoire de commande des motopompes est implantée.

Les deux motopompes électriques seront alimentées chacune par câble U1000 RVFV de section 4x10mm² Cuivre pour une longueur approximative 60m:

Evaluation des coûts :

- 2motopompes de 60l/s : 20.000.000 x2= 40.000.000 F.CFA
- Groupe électrogène 70kVA : 35.000.000x1= 35.000.000 F.CFA
- Abri- groupe + dalle : 5.000.000x1= 5.000.000.F.CFA
- Câbleries électriques et accessoires : 5.000.000x1= 5.000.000.F.CFA
- Outillage + pièces détachées : 15.000.000.x1= 15.000.000.F.CFA
- TOTAL GENERAL : 100.000.000 FCFA

19.3.6.5 Conclusion

Le total de l'investissement dans la seconde solution est de 380 000 000 FCFA auxquels il faut ajouter les pièces de rechange et les radeaux pour la comparer à la solution de base.

On remarque que la solution ci-dessus est nettement plus onéreuse. De plus la durée de la période de transition vers l'électrification étant mal connue, il paraît prudent de rester dans un premier temps sur des GMP classiques.

20. TERMES DE RÉFÉRENCES DES AVANT PROJETS DÉTAILLÉS DES OUVRAGES

20.1 PRÉAMBULE

On trouvera ci-après, ouvrage par ouvrage, les termes de référence des Avant Projets Détaillés (APD).

Remarque importante :

Les interventions ci-après devront également être intégrées pour assurer la cohérence fonctionnelle des ouvrages :

- Rehausse des réseaux d'irrigation aval (canaux d'amenée) des SP Orkadiéré et Ounaré,
- Extension des surfaces irriguées à l'aval de la SP Grande Digue Tellel,
- Remise en état ou redimensionnement du pont vanne de Thiambene et du barrage de Sokam.
- Recalibrage du marigot de Sokam,
- Réalisation du seuil sur le Gorgol pour limiter le volume d'eau de relèvement de PPG1.

20.2 STATION DE POMPAGE DE BALLELE

20.2.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de la station de pompage de Ballele.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.2.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, y compris son implantation, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.2.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : Projet neuf

Nature de l'ouvrage : Station de pompage.

Prestations de Génie Civil : réalisation de la totalité de l'ouvrage, qui comprend un seuil vanné (67m de longueur, 10 m de largeur) en parallèle avec la station de pompage. une digue de raccordement à l'ouvrage béton.

Prestation sur les équipements : réalisation de la totalité des équipements :

- 4 groupes immergés de 1.44 m³/s HMT 4.8 m dans quatre cellules out door.
- Un local technique et un poste de transformation,
- Une ligne MT 30 Kv sur 2 Km.

Mode d'exploitation de l'ouvrage : l'ouvrage devra pouvoir fonctionner en automatique sur régulation de niveau aval, ou en manuel. Des alarmes niveau trop haut ou trop bas amont et aval devront permettre d'arrêter les groupes soit pour sécuriser les installations, soit pour passer en mode d'alimentation gravitaire de l'aval. Ces alarmes devront fonctionner également en mode « manuel ».

20.2.4 Investigations Préliminaires

20.2.4.1 Topographie

Elle concernera des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.2.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains.

Elle sera effectuée par sondages de reconnaissance et creusements de puits de 5 à 6 mètres de profondeur et interprétation par un géotechnicien. La densité des sondages et puits sera précisée par le consultant..

Des prises d'échantillons et des essais en laboratoire seront effectués pour déterminer les caractéristiques physiques (granulométrie, angle de frottement, cohésion, perméabilité) et mécaniques des sols (capacité portante) et leur potentiel de réutilisation en remblai (digue, ouvrage).

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.2.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.2.5 Études techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, d'émettre les alarmes en cas d'anomalies, et de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques, électriques et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant en aval du point de départ du réseau MT existant.
- Une proposition pour un dispositif de gestion des sédiments à l'aspiration de la station et dans le chenal d'amenée.
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.2.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.2.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des locaux électriques.
- Les schémas électriques unifilaires.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.2.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données. Contacts avec l'organisme fournisseur d'énergie électrique (SENELEC, ...).

20.3 STATION DE POMPAGE DE ORKADIÉRÉ

20.3.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de la station de pompage de Orkadiéré.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.3.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage à construire sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications détaillées techniques des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.3.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : réhabilitation et amélioration de la HMT.

Nature de l'ouvrage : Station de pompage.

L'essentiel de l'intervention concerne le remplacement des équipements électriques et électromécaniques.

Prestations de Génie Civil : l'alimentation doit être curée et le refoulement rehaussé à la hauteur indiquée.

Prestation sur les équipements : réalisation de la totalité des équipements :

- 2 groupes immergés de 500 l/s HMT 8.6 m dans deux cellules out door.
- Un local technique, les armoires électriques, équipements connexes, équipements de vannage et un poste de transformation,
- Une ligne MT 30 Kv sur 3 Km.

Mode d'exploitation de l'ouvrage : l'ouvrage devra pouvoir fonctionner en automatique sur régulation de niveau aval, ou en manuel. Des alarmes niveau trop haut ou trop bas amont et aval devront permettre d'arrêter les groupes pour sécuriser les installations. Ces alarmes devront fonctionner également en mode « manuel ».

20.3.4 Investigations Préalables

20.3.4.1 Topographie

Elle concernera :

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.3.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains pour la reprise de l'ouvrage de refoulement.

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.3.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.3.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, d'émettre les alarmes en cas d'anomalies, et de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques, électriques et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant en aval du point de départ du réseau MT existant.
- Une proposition pour un dispositif de gestion des sédiments à l'aspiration de la station et dans le chenal d'amenée.
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.3.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.3.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des locaux électriques.
- Les schémas électriques unifilaires.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.3.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données. Contacts avec l'organisme fournisseur d'énergie électrique (SENELEC, ...).

20.4 STATION DE POMPAGE DE OUNARÉ

20.4.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de la station de pompage de Ounaré.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.4.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage à construire sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.4.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : réhabilitation et amélioration de la HMT.

Nature de l'ouvrage : Station de pompage.

L'essentiel de l'intervention concerne le remplacement des équipements électriques et électromécaniques.

Prestations de Génie Civil : l'alimentation doit être curée et le refoulement rehaussé à la hauteur indiquée.

Prestation sur les équipements : réalisation de la totalité des équipements :

- 3 groupes immergés de 500 l/s HMT 9.1 m dans trois cellules out door.
- Un local technique, les armoires électriques, équipements connexes, équipements de vannage et un poste de transformation,
- Une ligne MT 30 Kv sur 3 Km.

Mode d'exploitation de l'ouvrage : l'ouvrage devra pouvoir fonctionner en automatique sur régulation de niveau aval, ou en manuel. Des alarmes niveau trop haut ou trop bas amont et aval devront permettre d'arrêter les groupes pour sécuriser les installations. Ces alarmes devront fonctionner également en mode « manuel ».

20.4.4 Investigations Préalables

20.4.4.1 Topographie

Elle concernera :

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.4.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains pour la reprise de l'ouvrage de refoulement.

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.4.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.4.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, d'émettre les alarmes en cas d'anomalies, et de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques, électriques et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant en aval du point de départ du réseau MT existant.
- Une proposition pour un dispositif de gestion des sédiments à l'aspiration de la station et dans le chenal d'amenée.
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.4.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.4.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des locaux électriques.
- Les schémas électriques unifilaires.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.4.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données. Contacts avec l'organisme fournisseur d'énergie électrique (SENELEC, ...).

20.5 STATION DE POMPAGE DE GRANDE DIGUE TELLELE

20.5.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de la station de pompage de Grande Digue Tellele.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.5.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage à construire sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.5.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : réhabilitation.

Nature de l'ouvrage : Station de pompage ancienne.

L'essentiel de l'intervention concerne le remplacement des équipements électriques et électromécaniques et la réparation / adaptation du Génie Civil.

Prestations de Génie Civil :

Reprise de gros œuvres : dalles, bajoyers, étanchéité, confortement du refoulement, curage de l'aspiration, ...

Remise en service de la passe gravitaire et de la vanne Amil...

Prestation sur les équipements : réalisation de la totalité des équipements :

- 4 groupes immergés de 1800 l/s HMT 2.3 m.
- Un local technique, les armoires électriques, équipements connexes, équipements de vannage et un poste de transformation,

Mode d'exploitation de l'ouvrage : l'ouvrage devra pouvoir fonctionner en automatique sur régulation de niveau aval, ou en manuel. Des alarmes niveau trop haut ou trop bas amont et aval devront permettre d'arrêter les groupes soit pour sécuriser les installations, soit pour passer en mode d'alimentation gravitaire de l'aval. Ces alarmes devront fonctionner également en mode « manuel ».

20.5.4 Investigations Préliminaires

20.5.4.1 Topographie

Elle concernera :

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.5.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains pour la reprise des parties d'ouvrage.

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.5.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.5.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, d'émettre les alarmes en cas d'anomalies, et de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques, électriques et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant en aval du point de départ du réseau MT existant.
- Une proposition pour un dispositif de gestion des sédiments à l'aspiration de la station et dans le chenal d'amenée.
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.5.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.5.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des locaux électriques.
- Les schémas électriques unifilaires.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.5.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données.

20.6 OUVRAGE VANNES DE NABADJI

20.6.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de l'ouvrage de remplissage de la cuvette de Nabadji.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.6.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, y compris son implantation, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter si nécessaire un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.6.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, la justification des interventions demandées, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : Projet neuf.

Nature de l'ouvrage : Ouvrage vannes de remplissage de cuvette.

Prestations de Génie Civil : elles concerneront la réalisation de la totalité de l'ouvrage avec ses digues de raccordement aux berges du défluent et des bassins de dissipation de part et d'autre.

Prestations concernant les équipements : réalisation d'un système de vannage de 4 m² de section mouillée.

Mode d'exploitation :

Le système fonctionnera manuellement.

En période de montée des eaux, de juillet à septembre, les vannes devront être totalement ouvertes.

Dès l'amorce de décrue, vers la mi-septembre, les vannes devront être fermées.

La vidange démarrera environ 25 jours plus tard que le jour de fermeture. L'ensemble des vannes seront ouvertes de manière similaire pour éviter des concentrations trop importantes de vitesses. Le degré d'ouverture des vannes devra permettre une vitesse de descente du plan d'eau dans la cuvette compatible avec la demande des agriculteurs.

20.6.4 Investigations Préalables

20.6.4.1 Topographie

Elle concernera :

Un lever au 1/10 000^e de la cuvette, avec profil en long et en travers des éventuels chenaux secondaires d'évacuation rencontrés.

Des levers complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500^e ou 1/200^e). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.6.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains.

Elle sera effectuée par sondages de reconnaissance et creusements de puits de 5 à 6 mètres de profondeur et interprétation par un géotechnicien. La densité des sondages et puits sera précisée par le consultant.

Des prises d'échantillons et des essais en laboratoire seront effectués pour déterminer les caractéristiques physiques (granulométrie, angle de frottement, cohésion, perméabilité) et mécaniques des sols (capacité portante) et leur potentiel de réutilisation en remblai (digue, ouvrage).

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.6.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées.

20.6.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et son mode de fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, et d'émettre les alarmes en cas d'anomalies.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.6.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.6.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.6.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données.

20.7 OUVRAGE VANNES DE YÉDIA

20.7.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de l'ouvrage de remplissage de la cuvette de Yédia.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.7.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, y compris son implantation, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter si nécessaire un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.7.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, la justification des interventions demandées, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : Projet neuf..

Nature de l'ouvrage : Ouvrage vannes de remplissage de cuvette.

Prestations de Génie Civil : elles concerneront la réalisation de la totalité de l'ouvrage avec ses digues de raccordement aux digues déjà existantes et des bassins de dissipation de part et d'autre.

Prestations concernant les équipements : réalisation d'un système de 15 pertuis vannées de 1.5 X 1.5 m chacun.

Le système fonctionnera manuellement.

En période de montée des eaux, de juillet à septembre, les vannes devront être totalement ouvertes.

Dès l'amorce de décrue, vers la mi-septembre, les vannes devront être fermées.

La vidange démarrera environ 25 jours plus tard que le jour de fermeture. L'ensemble des vannes seront ouvertes de manière similaire pour éviter des concentrations trop importantes de vitesses. Le degré d'ouverture des vannes devra permettre une vitesse de descente du plan d'eau dans la cuvette compatible avec la demande des agriculteurs.

20.7.4 Investigations Préalables

20.7.4.1 Topographie

Elle concernera :

Un lever au 1/10 000° de la cuvette, avec profil en long et en travers des éventuels chenaux secondaires d'évacuation rencontrés.

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.7.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains.

Elle sera effectuée par sondages de reconnaissance et creusements de puits de 5 à 6 mètres de profondeur et interprétation par un géotechnicien. La densité des sondages et puits sera précisée par le consultant.

Des prises d'échantillons et des essais en laboratoire seront effectués pour déterminer les caractéristiques physiques (granulométrie, angle de frottement, cohésion, perméabilité) et mécaniques des sols (capacité portante) et leur potentiel de réutilisation en remblai (digue, ouvrage).

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.7.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées.

20.7.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et son mode de fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, et d'émettre les alarmes en cas d'anomalies.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.7.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.7.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.7.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données,

20.8 STATION DE POMPAGE PPG1

20.8.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de la station de pompage PPG1.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.8.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage à construire sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.8.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : réhabilitation.

Nature de l'ouvrage : Station de pompage ancienne.

L'essentiel de l'intervention concerne le remplacement des équipements électriques et électromécaniques et la réparation / adaptation du Génie Civil.

Prestations de Génie Civil :

Reprise totale de la station, du canal d'amenée, de la vanne Amil, de la vantellerie, la construction d'un local électrique, la révision de la vanne du pont vanne du Gorgol, ...

Remise en service de la passe gravitaire et de la vanne Amil...

Prestation sur les équipements : réalisation de la totalité des équipements :

- 4 groupes de 600 l/s HMT 10.2 m.
- Remplacement du pont roulant, de la pompe à boue, l'alimentation, les armoires électriques, équipements connexes,

Mode d'exploitation de l'ouvrage : l'ouvrage devra pouvoir fonctionner en automatique sur régulation des différents niveaux aval, ou en manuel. Des alarmes niveau trop haut ou trop bas amont et aval devront permettre d'arrêter les groupes soit pour sécuriser les installations, soit pour passer en mode d'alimentation gravitaire de l'aval. Ces alarmes devront fonctionner également en mode « manuel ».

20.8.4 Investigations Préliminaires

20.8.4.1 Topographie

Elle concernera :

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.8.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains pour la reprise des parties d'ouvrage.

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.8.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.8.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, d'émettre les alarmes en cas d'anomalies, et de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques, électriques et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant en aval du point de départ du réseau MT existant.
- Une proposition pour un dispositif de gestion des sédiments à l'aspiration de la station et dans le chenal d'amenée.
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.8.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.8.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des locaux électriques.
- Les schémas électriques unifilaires.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.8.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données. Contacts avec l'organisme fournisseur d'énergie électrique.

20.9 STATION DE POMPAGE PPG2

20.9.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de la station de pompage PPG2.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.9.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage à construire sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.9.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : réhabilitation.

Nature de l'ouvrage : Station de pompage.

L'essentiel de l'intervention concerne le remplacement des équipements électriques et électromécaniques et la remise en état du Génie Civil.

Prestations de Génie Civil :

Reprise de l'étanchéité et des fissures des bâtiments, du palan, l'étanchéité de la vantellerie, curage des sédiments, ...

Prestation sur les équipements : réalisation de la totalité des équipements :

- Changement d'un groupe et entretien des cinq autres.
- Réparation / entretien des groupes électrogènes, alimentation en énergie électrique à partir du réseau existant, reprise partielle des contrôle / commande des pompes, remise en état du pont roulant,

Mode d'exploitation de l'ouvrage : l'ouvrage devra pouvoir fonctionner en automatique sur régulation de niveau aval, ou en manuel. Des alarmes niveau trop haut ou trop bas amont et aval devront permettre d'arrêter les groupes soit pour sécuriser les installations, soit pour passer en mode d'alimentation gravitaire de l'aval. Ces alarmes devront fonctionner également en mode « manuel ».

20.9.4 Investigations Préliminaires

20.9.4.1 Topographie

Elle concernera :

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.9.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains pour la reprise des parties d'ouvrage.

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.9.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.9.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, d'émettre les alarmes en cas d'anomalies, et de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques, électriques et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant en aval du point de départ du réseau MT existant.
- Une proposition pour un dispositif de gestion des sédiments à l'aspiration de la station et dans le chenal d'amenée.
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.9.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.9.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des locaux électriques.
- Les schémas électriques unifilaires.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.9.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données. Contacts avec l'organisme fournisseur d'énergie électrique.

20.10 STATION DE POMPAGE DE BELLERA

20.10.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de la station de pompage Bellera.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.10.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage à construire sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.10.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : réhabilitation.

Nature de l'ouvrage : Station de pompage.

L'essentiel de l'intervention concerne le remplacement des équipements électriques et électromécaniques et la remise en état de certaines parties du Génie Civil.

Prestations de Génie Civil :

Reprise de l'étanchéité, curage et revêtement du chenal d'amenée, protection à l'aval refoulement, reprise des abris des équipements, et des parties métalliques (garde corps...)...

Prestation sur les équipements : réalisation de la totalité des équipements :

- Remplacement des groupes électrogènes, des armoires, de la pompe immergée, divers équipements connexes.

Mode d'exploitation de l'ouvrage : l'ouvrage devra pouvoir fonctionner en automatique sur régulation de niveau aval, ou en manuel. Des alarmes niveau trop haut ou trop bas amont et aval devront permettre d'arrêter les groupes pour sécuriser les installations. Ces alarmes devront fonctionner également en mode « manuel ».

20.10.4 Investigations Préliminaires

20.10.4.1 Topographie

Elle concernera :

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.10.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains pour la reprise des parties d'ouvrage.

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.10.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.10.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, d'émettre les alarmes en cas d'anomalies, et de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques, électriques et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant en aval du point de départ du réseau MT existant.
- Une proposition pour un dispositif de gestion des sédiments à l'aspiration de la station et dans le chenal d'amenée.
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.10.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.10.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des locaux électriques.
- Les schémas électriques unifilaires.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.10.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données. Contacts avec l'organisme fournisseur d'énergie électrique.

20.11 STATION DE POMPAGE DE R'KIZ

20.11.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé de la station d'exhaure de R'Kiz.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.11.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance de l'ouvrage ou des parties d'ouvrage à construire sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.11.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : réhabilitation.

Nature de l'ouvrage : Station de pompage d'exhaure.

L'essentiel de l'intervention concerne le remplacement des équipements électriques et électromécaniques et la remise en état de certaines parties du Génie Civil.

Prestations de Génie Civil :

Revêtement d'un drain, retalutage des berges du bassin de drainage et du bassin de dissipation, mise en clôture du bassin ...

Prestation sur les équipements : réalisation de la totalité des équipements :

- Remplacement des trois moteurs et ajout d'un groupe complet dans le génie civil prévu à cet effet.

Mode d'exploitation de l'ouvrage : l'ouvrage devra pouvoir fonctionner en automatique sur régulation de niveau amont, ou en manuel. Des alarmes niveau trop haut aval ou trop bas amont devront permettre d'arrêter les groupes pour sécuriser les installations. Ces alarmes devront fonctionner également en mode « manuel ».

20.11.4 Investigations Préliminaires

20.11.4.1 Topographie

Elle concernera :

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°) . Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.11.4.2 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.11.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, d'émettre les alarmes en cas d'anomalies, et de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, électromécaniques, électriques et électroniques appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant en aval du point de départ du réseau MT existant.
- Une proposition pour un dispositif de gestion des sédiments à l'aspiration de la station et dans le chenal d'amenée.
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.11.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.11.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Les plans des locaux électriques.
- Les schémas électriques unifilaires.
- Les plans des bureaux et bâtiments annexes si nécessaire.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.11.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données. Contacts avec l'organisme fournisseur d'énergie électrique.

20.12 OUVRAGES CUVETTE PPG2

20.12.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé des ouvrages relatifs à la cuvette PPG2.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.12.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance des ouvrages ou des parties d'ouvrage sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications détaillées techniques des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.12.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : Projet neuf.

Nature des ouvrages : drains et ouvrages vannes.

Nature des travaux : réalisation de une dizaine de km de drains, consolidation d'ouvrages sur digues et de digues existantes, planage, débroussaillage, remise en état des vantelleries, installation de 6km de clôture.

Mode d'exploitation des ouvrages vannes :

Ils fonctionneront en manuel.

En période de montée des eaux, de juillet à septembre, les vannes devront être totalement ouvertes.

Dès l'amorce de décrue, vers la mi-septembre, les vannes devront être fermées.

La vidange démarrera environ 25 jours plus tard que le jour de fermeture. L'ensemble des vannes seront ouvertes de manière similaire pour éviter des concentrations trop importantes de vitesses. Le degré d'ouverture des vannes devra permettre une vitesse de descente du plan d'eau dans la cuvette compatible avec la demande des agriculteurs.

20.12.4 Investigations Préalables

20.12.4.1 Topographie

Elle concernera :

Un lever au 1/10 000° de la cuvette, avec profil en long et en travers des éventuels chenaux secondaires d'évacuation rencontrés.

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.12.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains.

Elle sera effectuée par sondages de reconnaissance et creusements de puits de 5 à 6 mètres de profondeur et interprétation par un géotechnicien. La densité de ces puits sera précisée par le Consultant.

Des prises d'échantillons et des essais en laboratoire seront effectués pour déterminer les caractéristiques physiques (granulométrie, angle de frottement, cohésion, perméabilité) et mécaniques des sols (capacité portante) et leur potentiel de réutilisation en remblai (digue, ouvrage).

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.12.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.12.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.12.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.12.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.12.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données.

20.13 OUVRAGES CUVETTE DE SOKAM

20.13.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé des ouvrages relatifs à la cuvette de Sokam.

Cet ouvrage a déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques de l'ouvrage, sa justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.13.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS, compte tenu des investigations complémentaires réalisées.
- Vérifier au moyen de notes de calculs appropriées que la stabilité et la résistance des ouvrages ou des parties d'ouvrage sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils seront soumis.
- Préciser les arrivées et départs de tous les circuits : eaux de ruissellement, eau potable, énergie...et prendre les dispositions constructives en conséquence.
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels de l'ouvrage, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution, et arrêter un découpage en lots.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.13.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : Projet neuf.

Nature des ouvrages : drains et ouvrages vannes.

Nature des travaux : réalisation d'un ouvrage vanne entre cuvette de Nasra et cuvette occidentale, réalisation de curage / construction de chenaux su environ 10 km, consolidation de digues de liaison ouvrage / berge, réhabilitation de diguettes de décrue, de gabions de protection, remise en état des vantelleries, installation d'une cinquantaine de km de clôture.

Mode d'exploitation des ouvrages vannes :

Ils fonctionneront en manuel.

En période de montée des eaux, les vannes devront être totalement ouvertes.

Dès qu'un niveau suffisant est atteint, les vannes devront être fermées.

La vidange démarrera environ 25 jours plus tard que le jour de fermeture. L'ensemble des vannes seront ouvertes de manière similaire pour éviter des concentrations trop importantes de vitesses. Le degré d'ouverture des vannes devra permettre une vitesse de descente du plan d'eau dans la cuvette compatible avec la demande des agriculteurs.

20.13.4 Investigations Préalables

20.13.4.1 Topographie

Elle concernera :

Un lever au 1/10 000° de la cuvette, avec profil en long et en travers des éventuels chenaux secondaires d'évacuation rencontrés.

Des levés complémentaires au droit du site de l'ouvrage (1/500° ou 1/200°). Ces compléments seront précisés par le Consultant.

20.13.4.2 Géotechnique

Elle comportera une reconnaissance des sols, et des types de terrains.

Elle sera effectuée par sondages de reconnaissance et creusements de puits de 5 à 6 mètres de profondeur et interprétation par un géotechnicien. La densité de ces puits sera précisée par le Consultant.

Des prises d'échantillons et des essais en laboratoire seront effectués pour déterminer les caractéristiques physiques (granulométrie, angle de frottement, cohésion, perméabilité) et mécaniques des sols (capacité portante) et leur potentiel de réutilisation en remblai (digue, ouvrage).

Ces prestations seront effectuées par un laboratoire spécialisé local.

20.13.4.3 Analyses de la qualité de l'eau

Elles seront réalisées pour permettre de fixer les niveaux de protection contre la corrosion des parties immergées et la nature des alliages des pompes.

20.13.5 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- L'ensemble des données contextuelles utilisées concernant en particulier le milieu physique et l'occupation des sols concernés.
- L'interprétation de ces données dans le cadre du présent APD.
- L'indication de l'ensemble des dispositions réglementaires et des servitudes et de l'application qui en a été faite.
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure.
- Les choix des matériaux,
- La justification technique des dispositions constructives et dimensionnements par les notes de calculs de Génie Civil, hydrauliques, hydromécaniques, appropriées, compte tenu des contraintes d'exploitation.
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- L'indication des lots techniquement homogènes.
- L'évaluation du coût de réalisation de l'ouvrage et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.13.6 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.13.7 Dossier Technique

Il comprendra :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les ouvrages et équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans de terrassements,
- Les plans, coupes et détails de Génie Civil et équipements seront à une échelle entre le 1/100° et le 1/10° pour une compréhension suffisante des détails techniques.
- Les plans d'installation des équipements.
- Le plan d'ensemble précisant les accès et l'assainissement (piste, clôture, fossé...).
- Les détails d'assemblage et notes de calculs fixant les caractéristiques techniques des ouvrages et équipement avec les tableaux récapitulatifs correspondants.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.
- Les annexes regroupant l'ensemble des données brutes utilisées.

20.13.8 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données.

20.14 OUVRAGES GMP MALI

20.14.1 Contexte et Objectifs

Il s'agit de réaliser l'Avant Projet détaillé des GMP relatifs à quatre sites d'alimentation de périmètres irrigués.

Ces ouvrages ont déjà fait l'objet d'un APS qui présente, outre l'ensemble des caractéristiques des ouvrages, leur justification, le contexte socio économique, ainsi que le contexte environnemental.

L'objet du présent document est de fournir les termes de référence pour la réalisation de l'Avant Projet Détaillé de cet ouvrage, sur la base de la solution technique retenue dans l'APS.

20.14.2 Objet de l'APD

Les études d'APD auront pour objet de :

- Fixer avec la précision nécessaire la solution technique à un niveau suffisant pour pouvoir lancer l'appel d'offres travaux,
- Confirmer les choix techniques opérés au stade de l'APS. On s'attachera en particulier à consolider la réflexion sur la standardisation des groupes en vue d'une généralisation de ce type de fourniture à l'ensemble des coopératives de gestion des petits périmètres irrigués dans le cercle de Kayes. Cette réflexion tiendra compte de différents aspects déjà évoqués au niveau de l'APS : approche élémentaire par unité de surface irriguée ou approche typologique, évolutivité en fonction du rythme de mise en valeur, prise en compte de l'électrification future de la zone en fonction de la durée de vie de équipements, sécurisation du fonctionnement des groupes en résolvant le problème des pannes longue durée.....
- Préciser les spécifications techniques détaillées des équipements en rapport avec les contraintes d'exploitation,
- Etablir les coûts prévisionnels des ouvrages, les coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation,
- Etablir l'échéancier d'exécution.
- Réaliser l'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage.

20.14.3 Caractéristiques principales de l'ouvrage

Pour les caractéristiques techniques plus détaillées du projet, se reporter à l'APS aux chapitres correspondants.

Nature de l'opération : remplacement complet de l'existant.

Nature de l'ouvrage : groupes de pompage flottants.

Nature des travaux : réalisation de la totalité des équipements :

- Pompes, moteurs, tuyaux d'aspiration / refoulement, radeaux,

20.14.4 Etudes techniques

Elles seront rassemblées dans un mémoire qui présentera :

- Etude de standardisation et confirmation de la solution retenue,
- Les dispositions prévues pour l'exploitation et la maintenance de l'ouvrage.
- L'architecture d'ensemble de l'infrastructure, et la régulation de son fonctionnement, les spécifications techniques des organes de contrôle /commande, qui permettront aux ouvrages de fonctionner dans les conditions prévues, de déclencher les mises en sécurité nécessaires.
- Les choix des matériaux,
- Les spécifications techniques détaillées des équipements hydromécaniques et électriques éventuels.
- Les spécifications des ouvrages et équipements annexes : accès, aménagement des abords, sécurité des personnes, protection contre le vandalisme, fonctionnement en mode secours....
- Les dispositions à prendre pour l'alimentation en énergie : lignes à créer ou à renforcer.... La limite de la prestation du consultant étant le point d'entrée au transformateur de la station de pompage.
- L'évaluation du coût de réalisation des ouvrages et le degré d'incertitude qui y est attaché. L'évaluation des coûts de fonctionnement, maintenance et exploitation.
- L'étude d'impact environnemental lié à la réalisation et à l'exploitation de l'ouvrage, ainsi que les mesures d'accompagnement éventuellement nécessaires pour atténuer les nuisances identifiées.

20.14.5 Détail Quantitatif et Estimatif

Il sera issu des mètres réalisés (voir plus loin), et décomposés par éléments d'ouvrage et d'équipements.

20.14.6 Dossier Technique

Il comprendra :

- Les plans aux échelles appropriées (plans, coupes, sections, schémas électriques...) représentant les équipements dans leur site, permettant d'apprécier leur convenance et les adaptations au terrain.
- Les plans d'implantation seront au 1/1000° ou 1/500° avec repérage topographique,
- Les plans d'installation des équipements.
- Les avants métrés : terrassements, génie civil, équipements
- Un tableau des caractéristiques techniques des ouvrages et équipements, éléments par éléments.

20.14.7 Prestations à la charge du Maître d'Ouvrage

Elles seront les suivantes :

- Le mémoire technique et justificatif décrit ci-avant,
- Fournitures des données disponibles et en particulier de l'APS,
- Fournitures des autorisations officielles et administratives nécessaires pour accéder au terrain et aux autres sources de données.